N° 47. - Prix : 2 fr.

Novembre 1919.

LA SCIENCE ET LA VIE

Source gallica.bnf.fr / BDIC (Bibliothèque de documentation internationale contemporaine)

Une grande École Supérieure d'Ingénieurs

Organisation de l'École.

L'Ecole Spéciale des Travaux Publics, du Bâtiment et de l'Industrie a été fondée en 1891, il y a plus d'un quart de siècle, et elle a rapidement pris une extension considérable.

Elle embrasse, à Paris, dans le quartier de la Sorbonne, un pâté de maisons qui s'étend de la rue Du Sommerard et de la rue Thénard au boulevard Saint-Germain. C'est le siège central comprenant l'Administration, les Magasins, la Librairie, les Amphithéâtres et les salles de cours.

A Arcueil-Cachan, à trois kilomètres de Paris, à quelques minutes par chemin de fer ou tramways électriques, se trouve une vaste Ecole d'application qui ne couvre pas moins de 7 hectares, avec ateliers, laboratoires, galeries de collections, bibliothèques, salles d'études et salles de projets. Un champ d'expériences, unique au monde, permet d'exercer les élèves aux opérations topographiques et de leur faire exécuter, par eux-mêmes, les installations de toutes sortes ayant trait aux travaux publics, aux travaux privés, aux industries mécaniques et électriques (chemins de fer, ponts, bâtiments, exploitation de carrières, lignes à traction électrique, télégraphie sans fil, etc., etc.).

Cette double organisation, qui permet aux professeurs occupés dans l'Industrie de faire leurs cours à Paris, les Chefs de travaux graphiques et projets, Ingénieurs d'ateliers et Chefs de laboratoires étant seuls obligés de se trouver à Arcueil, réalise, pour la première fois en France, le problème de l'Ecole d'application d'Ingénieurs installée en pleine campagne.

Maison de famille.

C'est aussi à Arcueil qu'a été créée, au milieu d'un superbe parc, une Maison de Famille, avec Skating, Tennis, Football et vastes terrains de sport.

Caractéristique de l'Enseignement.

Spécialisation.

La caractéristique de l'enseignement de l'Ecole est la spécialisation, sans cependant que cette spécialisation soit faite aux dépens de l'instruction générale technique. Il existe autant d'Ecoles distinctes que de spécialités :

Ecole Supérieure des Travaux Publics (***Diplôme d'Ingénieur des Travaux Publics***) **;**

Ecole Supérieure du Bâtiment (***Diplôme d'Ingénieur-Architecte***) **;**

Ecole Supérieure de Mécanique et d'Electricité (***Diplôme d'Ingénieur-Electricien***)**.**

Pour entrer dans une de ces Ecoles Supérieures, il faut subir un simple examen du niveau du concours d'entrée à l'Ecole Centrale des Arts et Manufactures.

Enseignement par correspondance.

Indépendamment de l'Ecole de plein exercice, il a été créé, à l'origine, un Enseignement par Correspondance qui s'est perfectionné et développé à un tel point qu'il ne comprend pas moins de 14.000 Elèves en temps normal.

Le nombre des cours consacrés à cet enseignement est de 160, renfermés dans 300 volumes, tous édités par l'Ecole ; ils sont enseignés par 160 professeurs. C'est la plus importante collection de cours professés qui ait été éditée par une Ecole technique.

La méthode d'Enseignement par Correspondance : l' « Ecole chez soi » consiste à remplacer la leçon orale du Professeur, avec toutes les explications et éclaircissements qu'elle comporte, par un cours écrit, et à obliger l'Elève à apprendre ce cours en lui donnant à faire des exercices choisis de telle sorte qu'il ne puisse les résoudre s'il n'a pas compris le cours et ne s'est pas rendu compte des applications qui peuvent en être faites. Un service spécial de l'Ecole rappelle constamment à l'Elève ses obligations de travail.

Comme pour l'enseignement sur place, à Paris, les élèves de l'enseignement par correspondance peuvent obtenir un diplôme, mais avec des garanties spéciales et après un examen passé à Paris ou dans de grands centres tels que les Capitales d'Etat.

Les diplômes d'Ingénieurs délivrés par correspondance sont :

Ingénieur des Travaux Publics ;
Ingénieur-Topographe ;
Ingénieur-Architecte ;
Ingénieur-Mécanicien ;
Ingénieur-Electricien ;
Ingénieur-Métallurgiste ;
Ingénieur de Mines.

L'influence de l'Enseignement par Correspondance est considérable à l'étranger. Au moment de la guerre, l'Ecole comprenait dans les divers pays étrangers des milliers d'Elèves.

Résultats obtenus.

Les résultats obtenus par l'Ecole sont des plus brillants. Pour les situations industrielles, le placement des élèves s'effectue très facilement par les soins de l'Association des Anciens élèves, dont le nombre des membres n'a cessé de s'accroître même pendant la guerre et qui compte 9.000 sociétaires. Quant aux situations administratives, l'Ecole a, en quelque sorte, conquis le monopole des emplois techniques dans les grandes administrations.

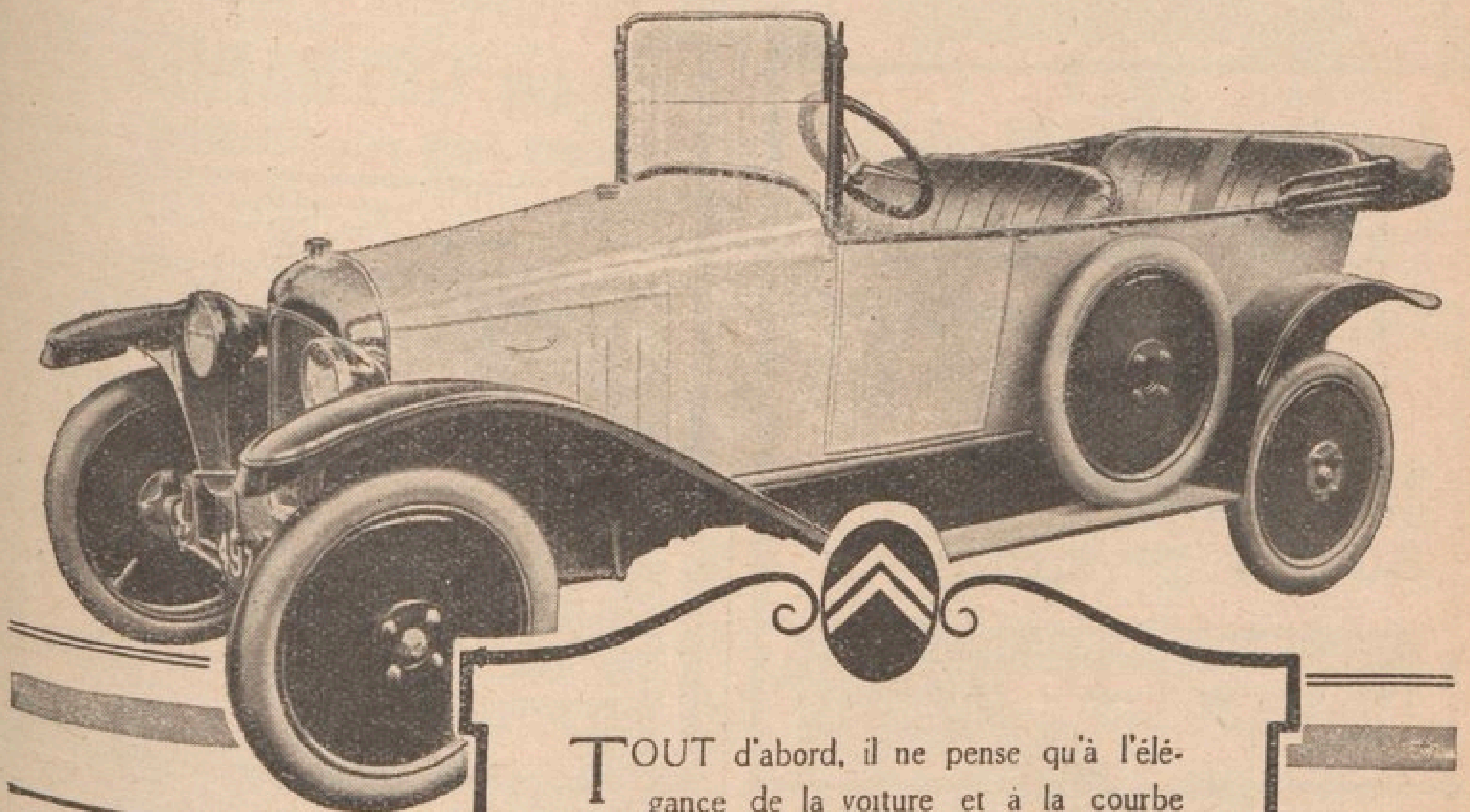
Renseignements, Brochures illustrées, Programmes, etc., envoyés gratuitement sur demande adressée au Secrétaire Général de l'École, rue Thénard, boulevard Saint-Germain, Paris-5e

Édité par "LA SCIENCE ET LA VIE"

LA FRANCE D'APRÈS LE TRAITÉ DE VERSAILLES

Numéro 47
OCTOBRE-NOVEMBRE 1919

LA NOUVELLE VOITURE 10 HP ANDRE CITROËN



Avez-vous observé comment l'acheteur choisit son automobile ?

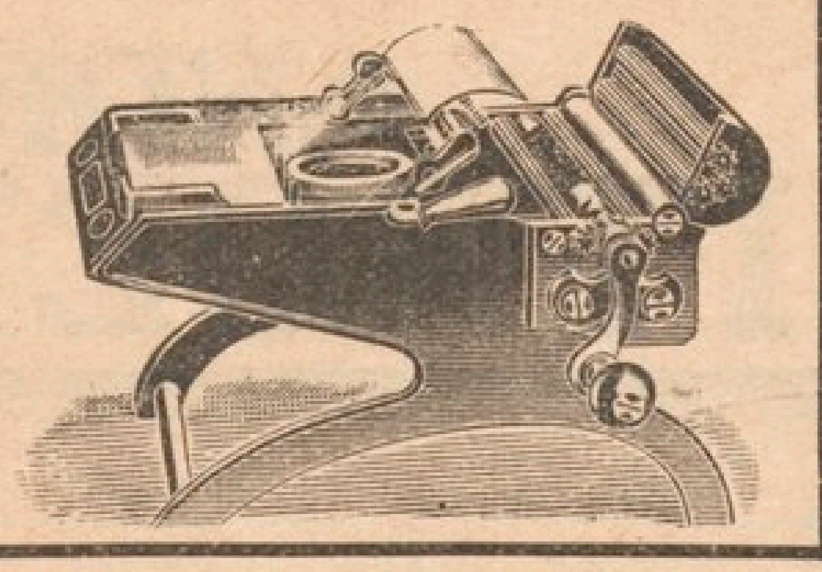
TOUT d'abord, il ne pense qu'à l'élégance de la voiture et à la courbe harmonieuse de ses lignes. Puis il s'informe de la solidité de la construction et de la résistance des matériaux. Enfin, il aborde la question essentielle du rendement et des frais d'entretien.

A ces trois exigences de l'acheteur : élégance, solidité, économie, la fabrication en série peut, seule, donner satisfaction. Chacune des pièces qui constituent la 10 HP A. CITROËN a dû passer, avant d'être admise comme type définitif de la série, par le crible d'innombrables expériences de laboratoire. Aucun autre système de fabrication ne permet de faire une étude aussi complète et aussi minutieuse des moindres détails d'une machine.

NOTICE EXPLICATIVE
ENVOYÉE FRANCO
SUR DEMANDE

André CITROEN, Ingénieur Constructeur, 115 à 143, Quai de Javel, PARIS

SIMPLICITÉ



SOLIDITÉ

La Nouvelle Machine
LEMAIRE POUR FABRIQUER LES CIGARETTES

fait 200 cigarettes à l'heure

RÉALISE UNE ÉCONOMIE DE 50 %!

Emploie tous les tabacs et le minimum de papier de toutes marques. Ses dimensions très réduites et son emploi très simple en permettent l'usage à tous.

Demander le Catalogue S, à
M. L. DECHEVRENS, Fabricant
150, Rue de Rivoli - PARIS (1er)
Exiger la marque "Lemaire" sur toutes les machines

Les Classeurs
Les Dossiers

" Le GRENADIER "
sont les meilleurs !...

? **Pourquoi ne les essayez-vous pas ?**

René SUZÉ
9, Cité des Trois-Bornes
PARIS (XIe)

ÉCOLE TECHNIQUE SCIENTIA

Fondée en 1909

23, r. François-Gérard (Paris, 16e)
Téléphone : Auteuil 04-47

ENSEIGNEMENT scientifique et industriel complet - Laboratoires de Physique, Chimie, Électricité - Préparation aux carrières industlles et aux grandes Ecoles techniques : Centrale, Ecole Supérieure d'Electricité - Instituts électro-techniques et chimiques.

SECTION SPÉCIALE
pour les Arts et Métiers
Cours d'Aides-Chimistes et d'Aides-Bactériologistes. - Jeunes Gens et Jeunes Filles

Pour TOUS Renseignements, s'adresser à l'École

ÉCOLE DE T. S. F.

Cours du Soir
pour Professionnels et Amateurs

Cours par Correspondance
en France et aux Colonies

Envoi franco du Programme des Cours sur demande. - Méthode et Programme de l'École des Chefs de poste de la Marine Nationale.

Direction :
85, Boul. Voltaire, 85
PARIS (XIe)
Tél. : Roquette 00-97

Salle des Cours :
40, Bd Augte-Blanqui
Métro : Corvisart (13e)

LAVIGNE

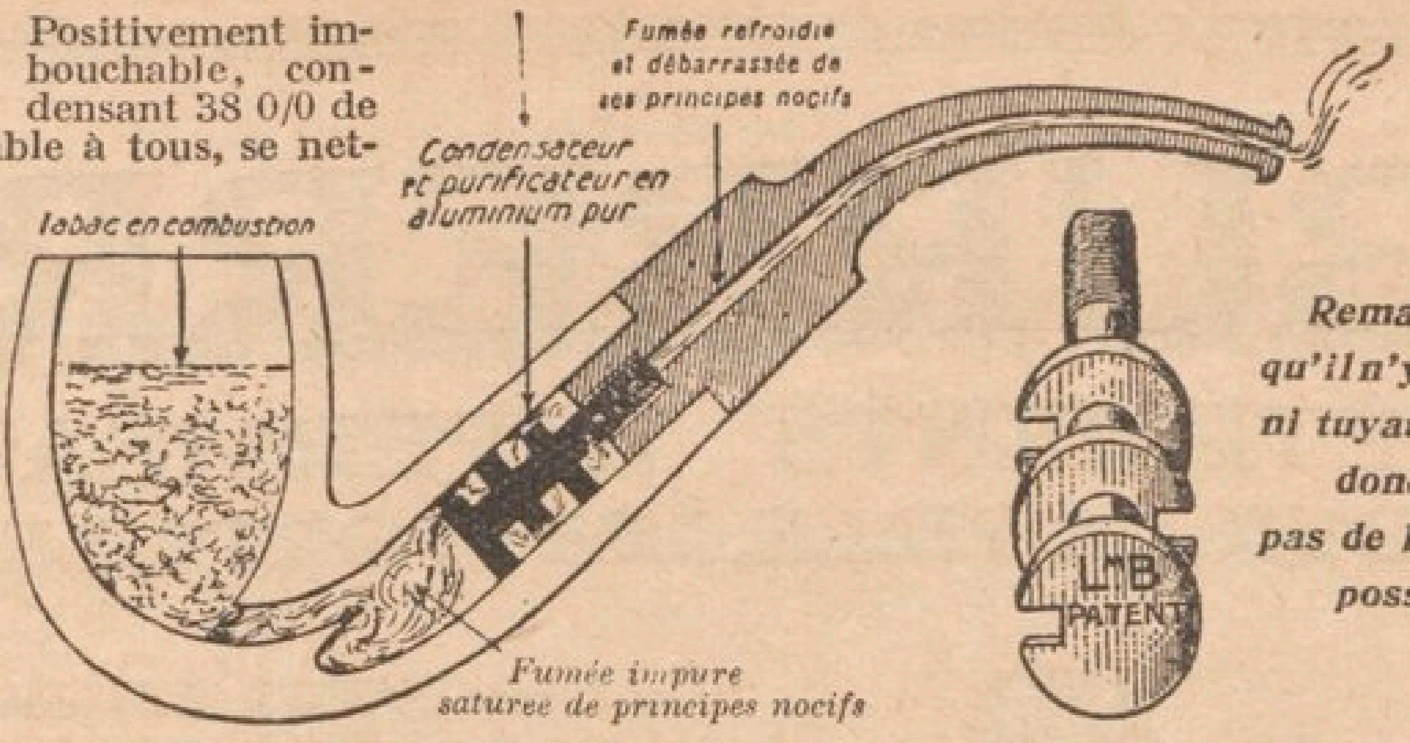
donne en 3 mois situation lucrative pour Jeunes Gens

Directeur-Fondateur :
J.-E. LAVIGNE
Ex-Chef de poste,
Instructeur aux Écoles de la Marine.

LA PIPE

Positivement imbouchable, condensant 38 0/0 de nicotine, donc saine et agréable à tous, se nettoyant automatiquement, se nomme la **PIPE L^m B. PATENT**. Approuvée à l'unanimité par la Société d'Hygiène de France, ses purs modèles anglais, d'une ligne impeccable et remarquablement finis, sont robustement taillés en plein cœur de vieille racine de bruyère odoriférante.

Curieuse brochure : *Ce qu'un fumeur doit savoir*, et la manière de choisir et soigner vos pipes :



Remarquez : qu'il n'y a ni trous, ni tuyautage, donc pas de bouchage possible.

Envoyée gratis par L^m B. PATENT PIPE, 182, Rue de Rivoli, Paris.

GRAND PRIX BRUXELLES 1910

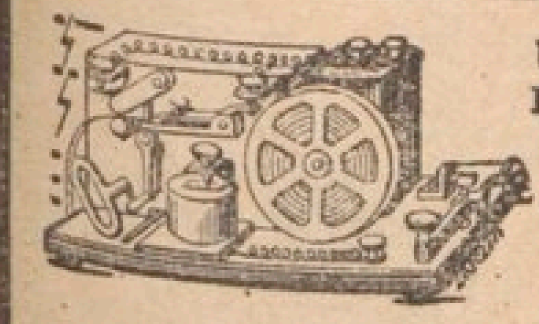
LE MEILLEUR, LE MOINS CHER DES ALIMENTS MÉLASSÉS

PAÏL'MEL

EXIGER LA MARQUE PAÏL'MEL M.L. TOURY

POUR CHEVAUX ET TOUT BÉTAIL

USINES A VAPEUR A TOURY (EURE ET LOIR)



UNE MERVEILLE pour l'étude de la

T. S. F.

Le RADIOPHONE LESCLIN Brev. S.G.D.G.

permet d'apprendre sans difficulté la LECTURE au SON chez SOI en 1 MOIS ainsi que la manipulation *(Nombreuses références)*

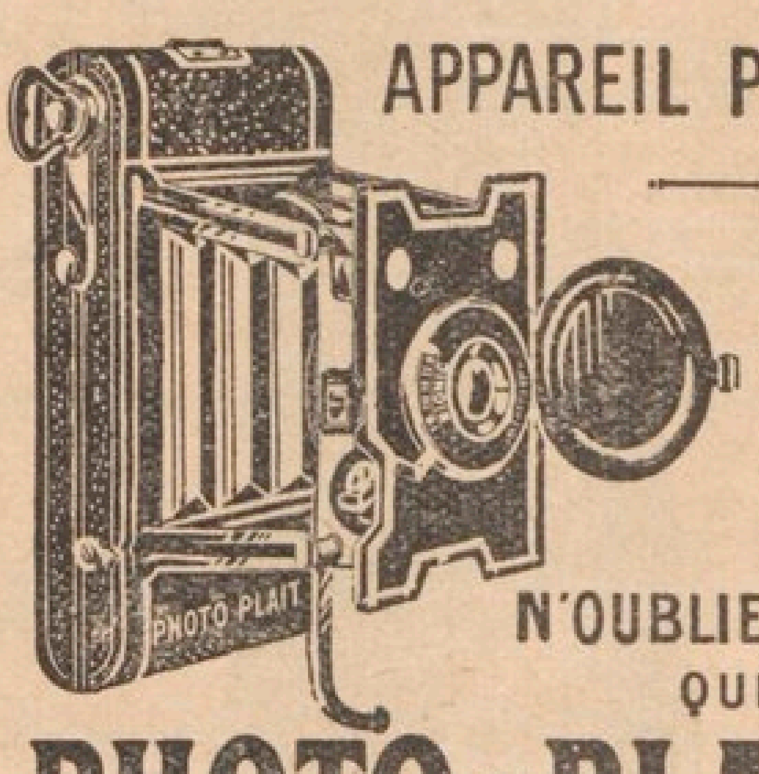
Envoi par L'ECOLE RADIO, 69, Rue Fondary - PARIS-15^e

Etudes techniques à la portée de tous
Prép^on à tous les examens de T. S. F.
P^r bonnes situations : Postes, Génie, Marine, C^ies de navigation, Colonies

COURS ORAUX soir et jour ou par correspondance. - Appareils de T.S.F.

EN EXCURSION & EN VOYAGE !!!

EMPORTEZ UN APPAREIL PHOTO



N'OUBLIEZ PAS QUE

PHOTO - PLAIT

37, Rue Lafayette. PARIS-OPÉRA

VEND LES MEILLEURS APPAREILS

SON CATALOGUE GÉNÉRAL EST ADRESSÉ GRATIS ET FRANCO SUR DEMANDE

Machines à Écrire

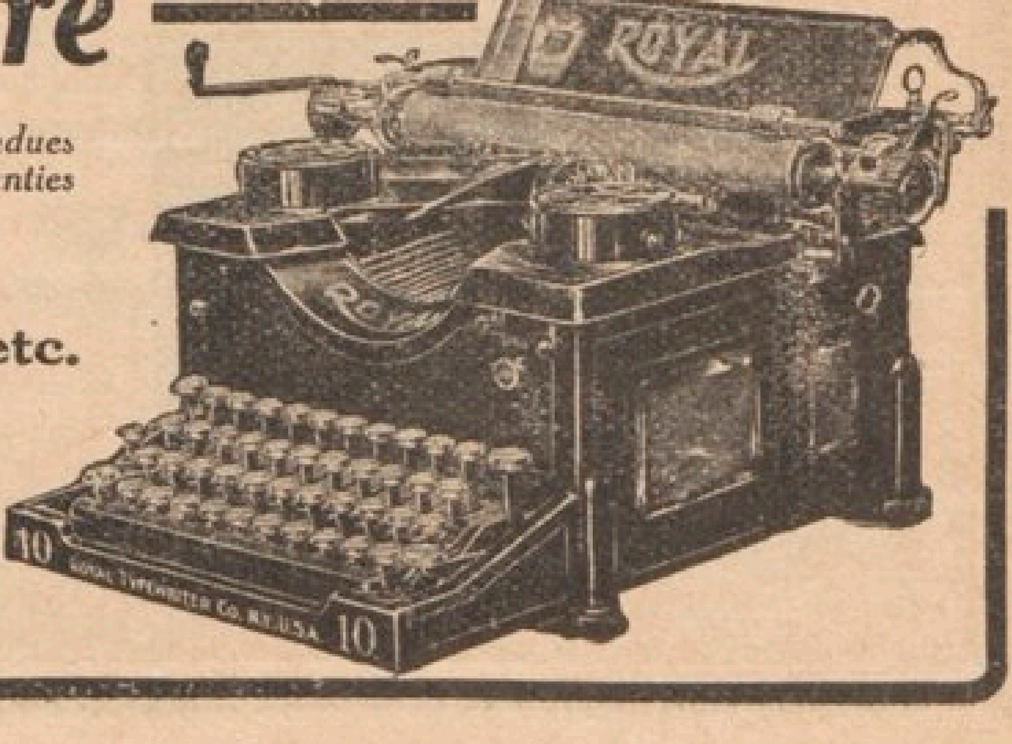
Remington
Underwood
Royal
Smith et Bros
Corona, etc., etc.

Vendues avec garanties

Réparations par Spécialistes

LOCATION MENSUELLE et ANNUELLE

Centralisations des Grandes Marques de Machines à Ecrire
94, r. Lafayette, Paris - *Tél. :* Berg. 50-68 - *Catal. franco*



BURBERRYS

VÊTEMENTS IMPERMÉABILISÉS
POUR LA VILLE, LES SPORTS, LE VOYAGE

Les tissus BURBERRYS, imperméabilisés par les procédés exclusifs Burberrys, qui ne nécessitent pas de caoutchouc ou autre matière qui obstrue la pénetration de l'air pour les rendre effectifs, empêchent la pluie et l'humidité sous toutes ses formes de traverser ; extrêmement légers et s'aérant naturellement, ils n'occasionnent pas une chaleur désagréable par les temps lourds, mais, par la densité de leur tissage, ils sont une sauvegarde impénétrable contre le vent et le froid.

Chaque vêtement est spécialement dessiné pour son usage particulier, qu'il soit destiné à être porté à la *Ville*, à la *Campagne*, pour les *Sports* ou le *Voyage*.

TOUT véritable vêtement Burberrys BURBERRYS *porte cette étiquette.*

CATALOGUE et ÉCHANTILLONS FRANCO sur DEMANDE

8 et 10, Bd Malesherbes
PARIS (et LONDRES)

G. A. Valenciennes et Cie

SOCIÉTÉ DE

Constructions Navales du Sud de la France

Siège Social et Chantiers Navals à MARTIGUES (Bouches-du-Rhône)

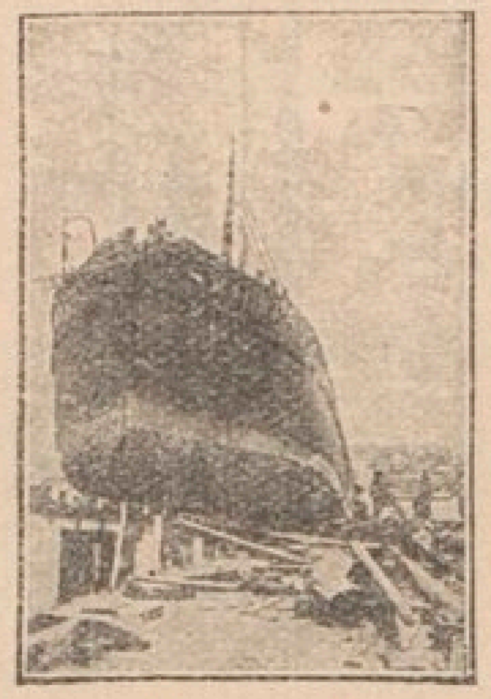
CONSTRUCTIONS NAVALES

Navires à Voiles, Mixtes et à Moteurs

Bateaux pour la grande pêche

Chalands - Pontons Embarcations de servitude

Canots automobiles Yachts



Télégrammes : Valenciennes-Martigues

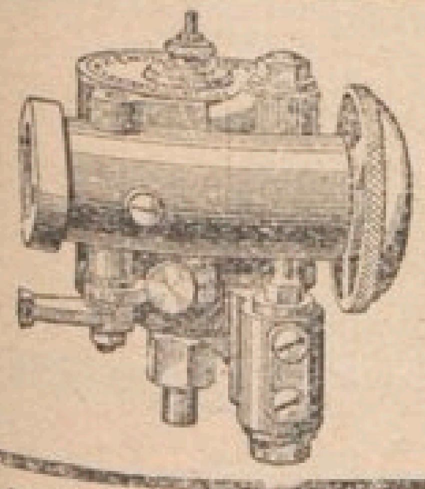
Téléphone : Martigues 35

CONSTRUCTIONS MECANIQUES

Cargos, Chalutiers, Remorqueurs à Vapeur et à Moteurs

Moteurs Marins à huiles lourdes et à essence de toutes puissances

Halage, Réparations



LYON - 51, Chemin-Feuillat
Paris, Londres, Milan, Turin, New-York, Détroit Chicago, Bruxelles, Genève.

Le Carburateur ZÉNITH

double la valeur d'une voiture

En augmentant sa puissance
En augmentant sa facilité de conduite
En diminuant sa consommation d'essence

COMMERÇANTS
INDUSTRIELS

Évitez-vous tous soucis

Vous qui pensez à vous retirer des affaires
Pour le choix d'un Successeur

Adressez-vous à

PAUL MASSON (Cabinet H. PAUL)
30, Faubourg Montmartre. - Téléph. : Gut. 03-97

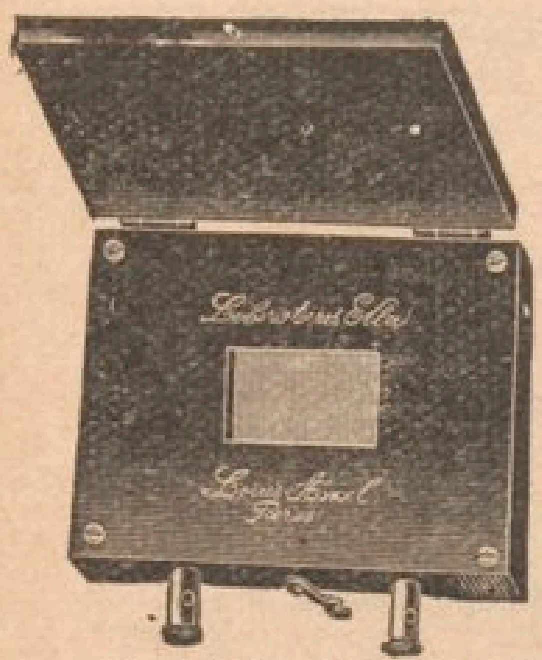
Louis ANCEL[o]

INGÉNIEUR des ARTS et MANUFACTURES

Constructeur-Électricien

91, Boulevard Pereire - PARIS (17e)

Téléphone : Wagram 58-64



Cellule de sélénium

Télégraphie et Téléphonie sans fil.

Rayons X

Cellules de sélénium extra - sensibles pour toutes applications.

Construction et réparation d'appareils de laboratoire.

***ENVOI FRANCO** du Catalogue illustré contre 0 fr. 25 en timbres-poste français.*

TUBES en FER et en ACIER

soudés et sans soudure

pour l'Air, le Gaz, l'Eau, la Vapeur, Canalisations, Chaudières, Presses Hydrauliques, Chauffage à Vapeur et Eau Chaude.

SERRURERIE - CHAUDRONNERIE

RACCORDS ET BRIDES

Outillage pour Tubes

ROBINETTERIE GÉNÉRALE, VANNES

pour toutes applications

POMPES

Stock permanent.

E. SERGOT, P. MANEN et Cie

44, Rue des Vinaigriers, 44 - PARIS

Téléphone : Nord 35-97 et 75-68

RENAULT Billancourt (Seine)

Ses **Voitures** de 10 à 40 HP.
Ses **Camions** de 1.200 kos à 7 Tnes
Ses **Tracteurs** à 4 roues motrices
Ses **Moteurs** de toutes puissances
Ses **Tracteurs** agricoles à chenilles

Les meilleurs
Les plus économiques

LE "PIANOLA"-PIANO

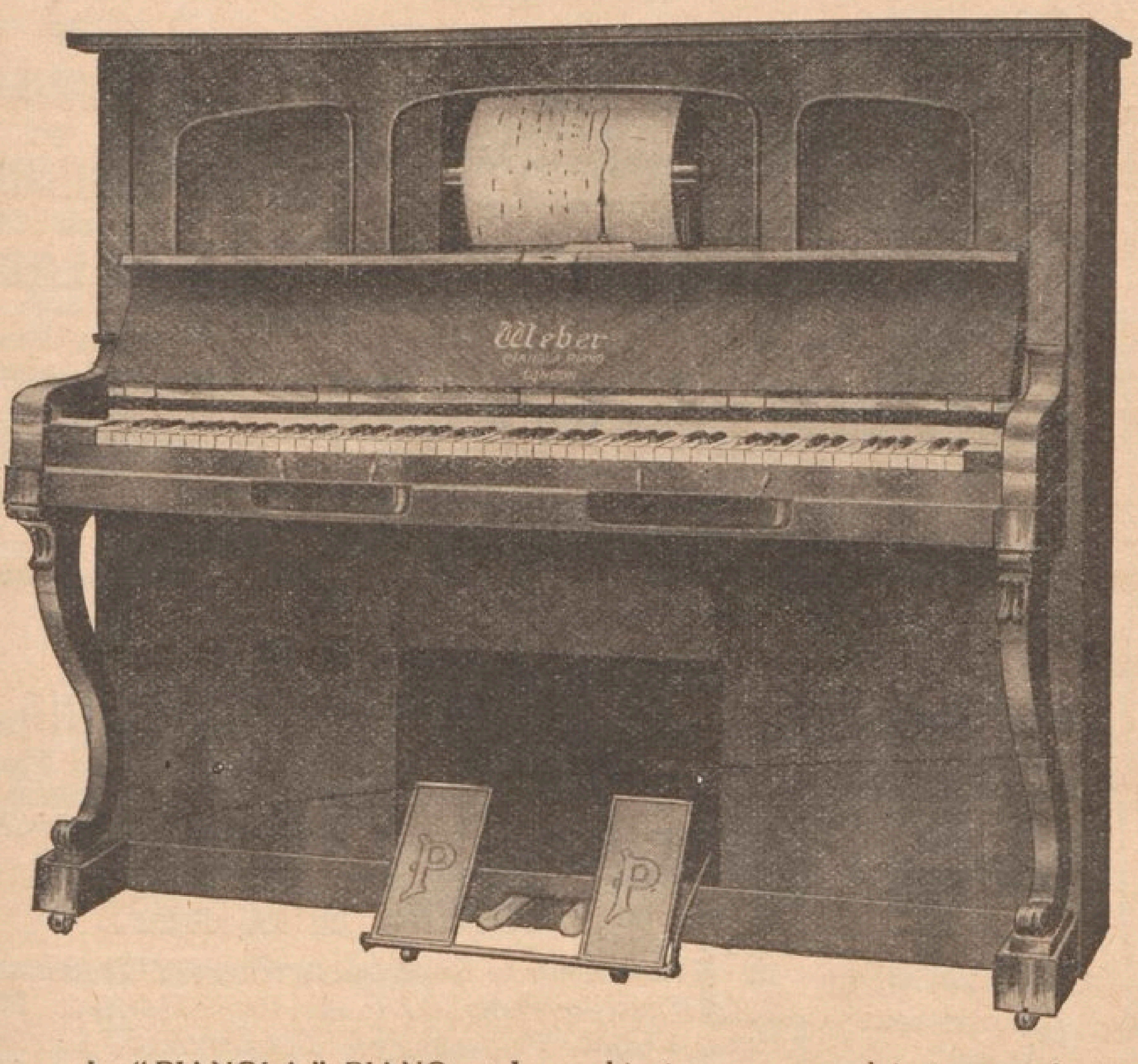
MARQUE DÉPOSÉE

EXCLUSIVE ET PROHIBITIVE PROPRIÉTÉ DE

THE ÆOLIAN COMPANY

" De nombreux appareils mécaniques à jouer du piano ont surgi durant ces dernières années. J'en ai entendu plusieurs et sans nier certaines de leurs qu lités, je maintiens ma première opinion : Le "PIANOLA" est toujours le meilleur, l'insurpassable, le suprême."

I. J. PADEREWSKI



Le "PIANOLA"- PIANO est la combinaison en un seul instrument du "PIANOLA" avec un piano droit ou à queue de première marque :

WEBER - STEINWAY - STROUD - FARRAND

Répertoire musical comprenant plus de 25.000 œuvres. - Abonnements

CATALOGUES - RENSEIGNEMENTS - AUDITIONS

THE ÆOLIAN Co.

32, AV. DE L'OPÉRA - PARIS

AGENCES DANS TOUTES LES GRANDES VILLES

ENSEIGNEMENT PAR CORRESPONDANCE

ÉCOLE DE GÉNIE CIVIL ET DE NAVIGATION

Subventionnée, patronnée ou recommandée par l'Etat, les Industriels et les Armateurs.

73, boulevard Pereire, PARIS-XVII^e (13^e Année)

DIRECTEUR J. GALOPIN, ✿, INGÉNIEUR CIVIL, EX-OFFICIER MÉCANICIEN

COURS ENSEIGNÉS :

Mathématiques, Mécanique, Machines à vapeur, Moteurs, Dessin, Électricité, Automobile, Aviation, T. S. F., Langues, Droit, etc.

300 ouvrages rédigés par 125 professeurs spécialistes
Plus de 200.000 Cours suivis en 1918

Résultats aux Examens : 96 %

Placement gratuit
par la Société des anciens élèves
(Plus de 3.000 situations procurées)

Revue Technique Mensuelle
LE MÉCANICIEN ÉLECTRICIEN
(Tirage : 12.000)
spécimen gratuit

Cours sur place
Jour et soir.

LEÇONS particulières
COURS de vacances

Année	Élèves
1907	10 élèves
1908	32 élèves
1909	54 élèves
1910	87 élèves
1911	185 élèves
1912	313 élèves
1913	1.189 élèves
1914	2.157 élèves
1915	3.213 élèves
1916	3.918 élèves
1917	5.623 élèves
1918	8.583 élèves

MARINES DE GUERRE ET DE COMMERCE

Tous les Concours du Pont, de la Machine et des Bureaux
NAVIRE-ECOLE

ARMÉE

Cours d'Aspirants, Saint-Cyr, etc.

ADMINISTRATIONS

Arsenaux, Mines, Ponts-et-Chaussées, Postes et Télégraphes, Poudres et Salpêtres, Chemins de Fer, Manufactures de l'Etat, Douanes, etc.

ÉCOLES SPÉCIALES

École Centrale, Supérieure d'Électricité, d'Aéronautique, des Ponts, des Postes, Génie Maritime, Physique, Chimie, Polytechnique, Baccalauréats, Licences.

INDUSTRIE

Diplômes délivrés à tous les grades : Ingénieurs, Sous-Ingénieurs, Chefs d'Atelier, Conducteurs, Contremaîtres, Monteurs, Surveillants
(Mécaniciens, Electriciens, Dessinateurs, Chimistes, Géomètres, Mines, Topographes, Constructions Navales, T.S.F., Agriculture, Travaux publics)

Section féminine sur place de calqueuses et dessinatrices industrielles

Renseignements et Programme N° 10 gratis

BUREAU D'ÉTUDES TECHNIQUES
Pour toutes les branches de l'Industrie

L'Enseignement par Correspondance *permet à chacun de travailler* **seul les matières qu'il veut, quand il le peut et comme il le désire.** *Il est le moyen le plus certain d'améliorer votre situation aujourd'hui ou demain.*

COMPAGNIE FRANÇAISE
DE L'OMNILITH

Anciens établissements
MONTEBELLO

Société Anonyme au Capital de 2.000.000 de Francs.

SIÈGE SOCIAL :
5, Bd Malesherbes
Tél. : Elysées 21-64

USINES à :
Montendre (Charente-Infér.)

L'Omnilith

est une matière plastique inodore et ininflammable, remplaçant dans toutes leurs applications le celluloïd, l'ambre, l'ivoire, l'écaille la corne, l'ébonite, etc.

L'Omnilith est un isolant parfait couramment employée dans la fabrication des interrupteurs, commutateurs, bobines, etc.
L'Omnilith est très employée dans la fabrication du peigne, du bouton, de l'article de fumeur, de la coutellerie, du manche de brosse, de la tabletterie, etc.

PLAQUES ET BATONS DE TOUTES COULEURS ET ÉPAISSEURS

FABRIQUE SPÉCIALE DE

TOUS Articles toutes Couleurs en Matières plastiques ininflammables

A BASE DE CASÉINE

Boutons fantaisie pour robes et manteaux - Boules et Olives - Spécialités d'Incrustations Peignes, Epingles et Parures de fantaisie, Décrassoirs et Démêloirs - Couteaux - Lunchs Services à fruits - Articles de Bureaux - Porte-Plumes - Porte-Mines - Grattoirs - Cachets - Coupe-Papier - Ouvre-Lettres, etc. Brosseries - Ongliers - Tire-Bouchons - Limes cure-ongles - Polissoirs et tous articles manucure - Colliers en tous genres - Bracelets - Broches - Bagues - Pendentifs - Isolants pour électricité - Dominos et Jetons de Jeux - Fume-Cigares et Fume-Cigarettes Manches pour Parapluies et Ombrelles - Nouveautés pour Modes - Boucles - Coulants - Agrafes - Epingles à Chapeaux - Crochets et Aiguilles à tricoter - Fermoir et Anneaux de Sacs de Dames.

A. BLANPAIN et Cie, 103, Boulevard Richard-Lenoir (XI^me^ arr^t^.)
Téléphone : Roquette 60-65 **PARIS** *Téléphone : Roquette 60-65*
USINE ÉLECTRIQUE à Andeville (Oise) :: USINE HYDRAULIQUE à Saint-Viance (Corrèze)

POUR LES RÉGIONS DÉTRUITES

PROPRIÉTAIRES,
INDUSTRIELS, ARCHITECTES, ENTREPRENEURS

ne construisez plus !!!

n'installez plus de conduites d'eau sous pression

NI AU SOUS-SOL - NI DANS LES APPARTEMENTS

sans employer les tuyaux de

MÉTAL REX

MAXIMUM DE RÉSISTANCE A LA PRESSION — REX — **MINIMUM** DE RISQUE D'INTOXICATION

LE MÉTAL REX

Est plus résistant que le plomb
Est aussi malléable

Est plus hygiénique
Dure plus longtemps
Se soude mieux

Se pose plus facilement
Se dissimule mieux dans les installations

COUTE MOINS CHER QUE LE PLOMB

ÉCONOMIE DE 40 à 50 %

Économie de 50 % sur les matières - Économie de 50 % sur les transports

La main-d'œuvre, la manutention, les accessoires de pose, tout est MOINS CHER quand on emploie le MÉTAL REX.

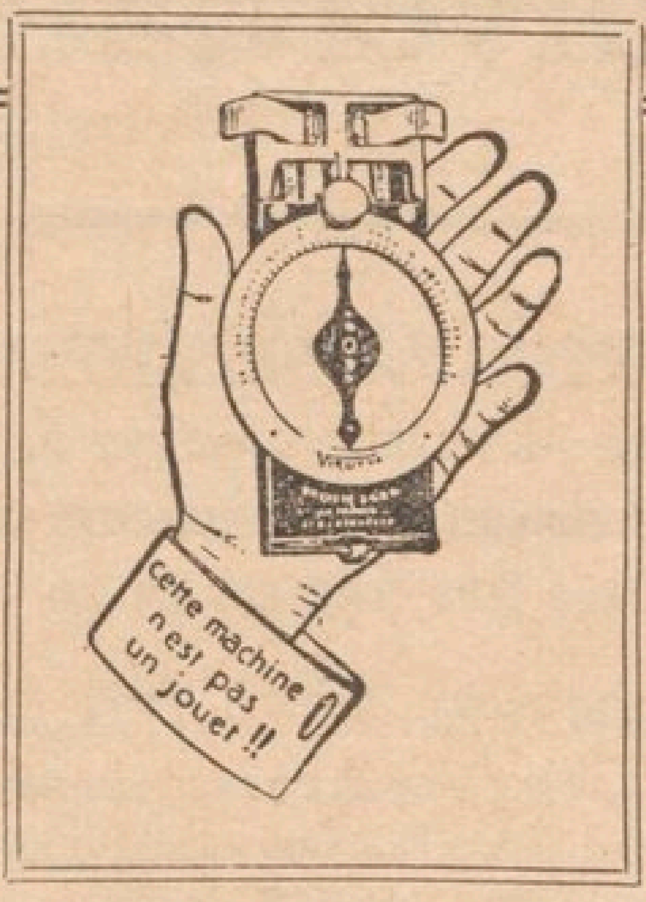
LE MÉTAL REX EST LE SEUL de sa composition ayant fait l'objet d'un avis favorable de la Commission d'examen des inventions intéressant les Armées de Terre et de Mer.

LE MÉTAL REX EST LE SEUL de sa composition dont l'emploi a été autorisé par les Ministères de la Guerre et de la Marine.

DEMANDER LES NOTICES SPÉCIALES

à MM. MARCEL BASSOT & Cie, 14, r. de Turenne, Paris

"VIROTYP"



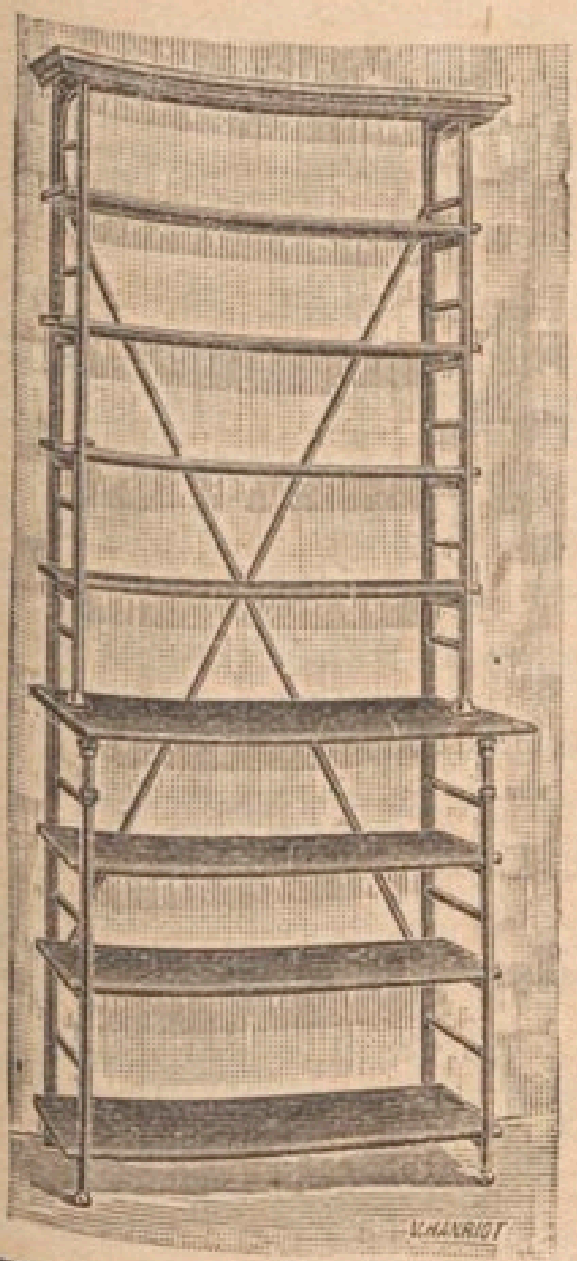
MACHINE A ÉCRIRE de poche et de bureau

UNIQUE EN SON GENRE
Invention et fabrication françaises

Prix : *Depuis* 75 frs
Garantie UN an. - Notice franco sur demande

PARIS - 30, Rue de Richelieu, 30 - PARIS

Gagner du TEMPS c'est..... S'ENRICHIR !
Ayez vos Livres **toujours en ordre** dans la



Bibliothèque SCHERF
Légère = Solide = Démontable

NOMBREUX MODÈLES -:- TOUTES DIMENSIONS
LOGE BEAUCOUP de LIVRES sous PETIT VOLUME

Th. SCHERF fils, BONNAMAUX & Cie
35, Rue d'Aboukir, 35 - PARIS (2me)

ÉTABLISSEMENTS R. E. P.
Chemin de Croix-Morlon, à Saint-Alban
LYON

NOUVEAU CATALOGUE "N° 2" FRANCO SUR DEMANDE

GRAND SUCCÈS

DU

Pulvérisateur " IDÉAL "

BREVETS SUISSES ET INTERNATIONAUX

SERINGUE-VAPORISATEUR perfectionnée pour la projection des liquides à une distance de plusieurs mètres en une buée très fine ou en un jet direct.

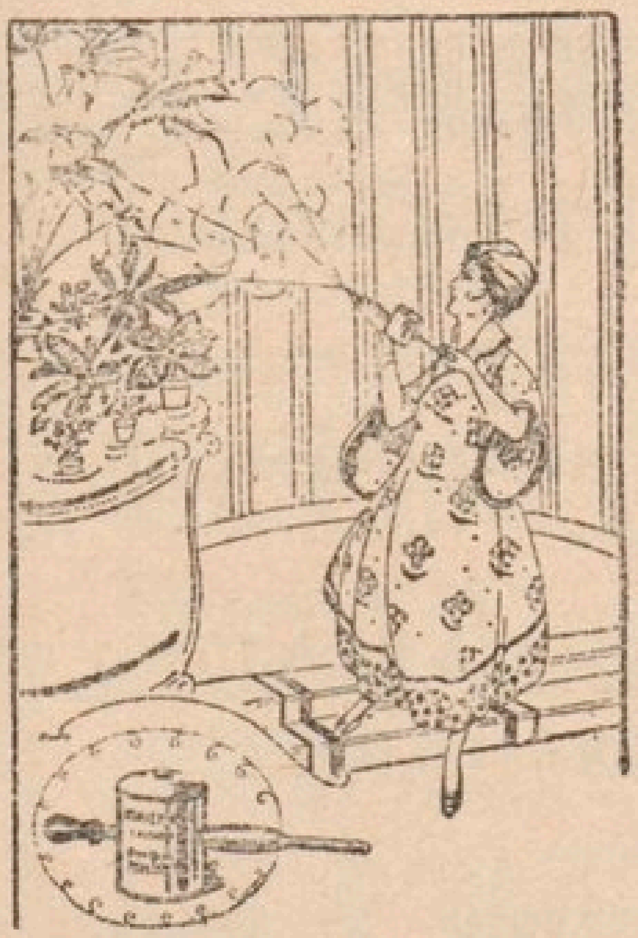
CE NOUVEL APPAREIL à répétition sert à l'arrosage des plantes d'appartements, p^r la serre, les jardins, la destruction des parasites des arbres, arbustes, les insecticides et le sulfatage, la désinfection des locaux d'habitation, de spectacles, cliniques, hôpitaux, écoles, etc.

SON EMPLOI est aussi très apprécié dans les fabriques de tabacs, de tissus, blanchisseries ; à la campagne, contre les parasites des jardins, des clapiers, poulaillers, écuries, etc.

DANS LES COLONIES et les Pays des tropiques, pour la lutte contre les moustiques, contre les parasites des plantations, etc.

UNE INNOVATION à grand succès et très appréciée dans les usines et fabriques de machines a été faite avec l'appareil *Idéal* pour huiler les machines et pièces de machines, mécanismes de précision, métiers à tisser, à broder, broches, etc. dont les parties délicates doivent être entretenues par un graissage minutieux, soigné et fréquent.

Cet appareil permet de projeter de l'huile en buée, dans toutes les parties difficiles à atteindre au chiffon, avec une économie d'huile, travail rapide et soigné, etc.



APPAREILS A MAIN AVEC RÉCIPIENT en laiton poli ou cuivre. 1/2 litre, 1 et 1 litre 1/2
Au détail, de .. : **15** à **30** francs

RÉCIPIENT A DOS ET A BRETELLES en cuivre, avec piston à répétition en laiton, caoutchouc, (1 m.) et rallonge coudée (2). Frs **75**
double vaporisateur (3) en plus, fr. **5**

Cet appareil est employé dans les jardins, les vergers, la campagne, etc., p^r la lutte contre les insectes et tous les parasites des arbres, plantes, cultures, etc.

TUBES-RALLONGES en laiton de 50 cm. à 1 mètre, dont on peut mettre un ou plusieurs à volonté s'il s'agit de vaporiser contre des arbres, à une grande distance, dans les lieux difficiles à atteindre, etc.

ESSENCE CONCENTRÉE désinfectante et parfumée " HYGIENICAL " contre les épidémies, les odeurs, la fumée, et pour le rafraichissement de l'air, à base de formaldehydes et grands désinfectants (5 à 10 grammes pour 1 lit. d'eau). *Le flacon original.* Francs **10**

Plusieurs modèles sont exposés à LA FOIRE DE LYON par M. DIZY, industriel à Lyon, qui a entrepris la fabrication en grand du Pulvérisateur " IDÉAL ".

***Vente en gros* - Louis BLANC** - *Fabricant-Propriétaire*

1, Rue Centrale, 1 - LAUSANNE (Suisse) - Origine garantie

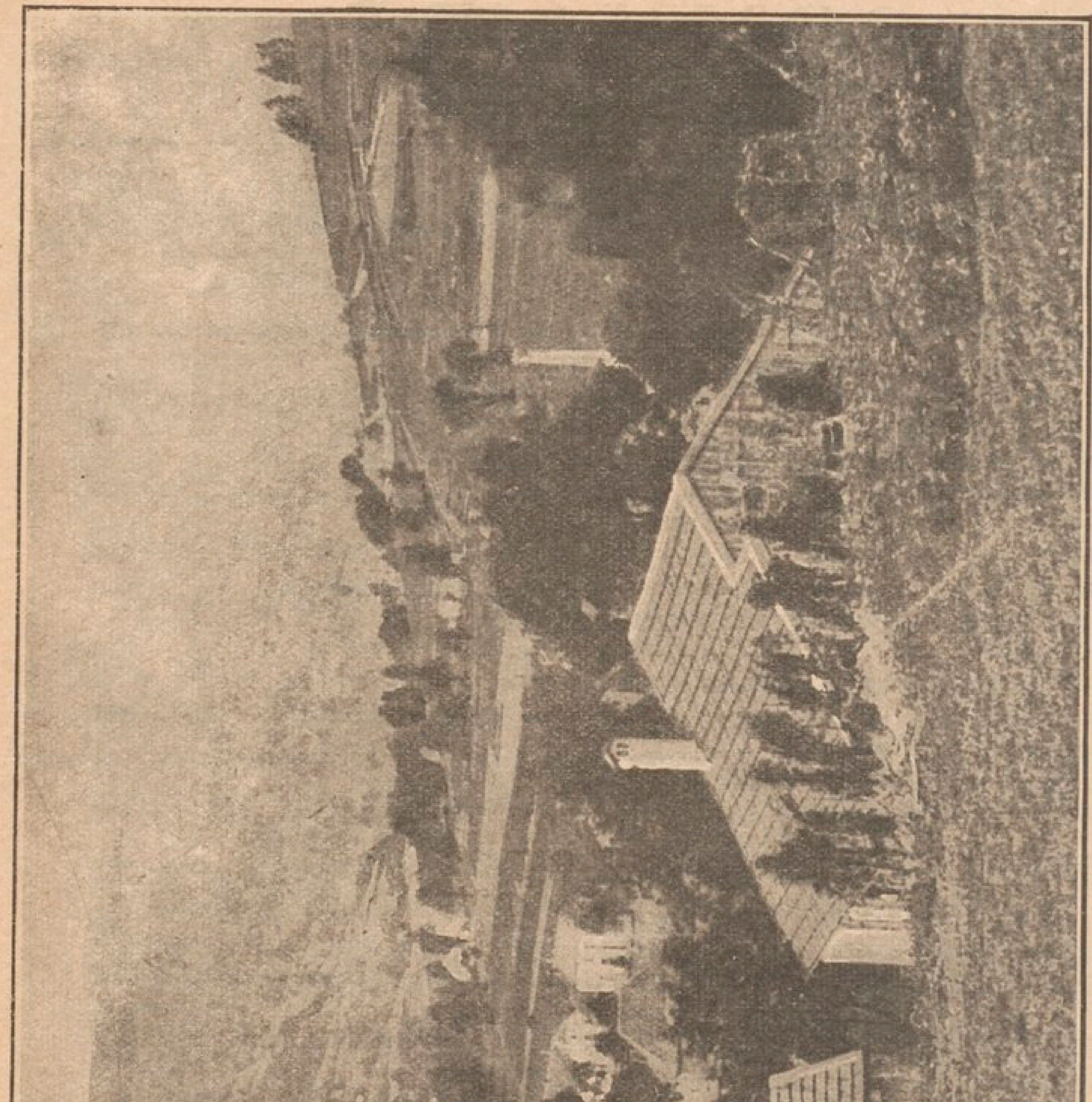
No 47. Tome XVI.

SOMMAIRE

(OCTOBRE-NOVEMBRE 1919)

Les grands travaux projetés pour le relèvement de la France	A. Le Mazurier .. .. (Attaché au ministère des Travaux publics.)	399
Le problème et l'avenir de l'écoute sous-marine.	Capitaine de vaisseau de L..	415
Les diverses façons de mesurer la température des astres	Rémy de Belmont	425
Les succédanés du sucre : saccharine et dulcine.	César Viborg..	437
Quelques récents progrès dans le perçage à la machine	.. ..	446
Un nouveau gouvernail pour embarcations légères	Robert Lefual	449
On fait de tout avec du lait, même des bijoux ..	Octave Guillerme	453
Jauge automatique pour les réservoirs d'autos ou d'avions..	.. ..	466
On ne restera plus en panne pour une fuite au radiateur..	Frédéric Matton..	467
La machinerie au théâtre..	Marcel Jubin..	471
Les usines que la guerre a fait surgir du sol : l'arsenal de Roanne	Charles Lordier .. .. (Ingénieur civil des Mines.)	483
Les fontes synthétiques	Ch.-Albert Keller. .. .. .. (Administrateur de la Chambre synd. des forces hydrauliques.)	493
Intelligemment conduite, c'est souvent la machine qui réalise l'œuvre du sculpteur	Clément Casciani	505
Pour la construction des bateaux de faible tonnage, le bois suffit..	Adolphe Gillequin	521
L'aviette doit permettre au cycliste de quitter le sol et de voler..	François Barthélemy	531
La rapidité des transports dépend beaucoup de l'aménagement des gares à marchandises.. ..	Théodore Magdelone	533
La construction économique d'une automobile ..	Xavier Vernon	545
Machine pour mettre en marche les moteurs d'avions	.. ..	549
Ce que l'homme a su retirer de la puissance du Niagara.	René Brocard.	551
Un chauffage économique avec de la terre de bruyère	Raymond Berland	561
Les Chinois ne sont pas les seuls à « fabriquer » des poissons	Godefroy Dufresne	565
Nouveaux poêles à alcool solidifié.	.. ..	568
Les A-côté de la Science (Inventions, découvertes et curiosités)	V. Rubor	569
L'erreur humaine et la puissance de la vérité (" Christian Science ")	.. ..	575
Un pulvérisateur dont la construction est perfectionnée bien que simplifiée..	.. ..	577
Pour ne plus avoir à tourner les feuillets des partitions musicales..	.. ..	578

HORS TEXTE : Grande carte en couleurs de la France d'après le traité de Versailles.



C'EST ICI, A SAINT-MAURICE, AU PIED DU BALLON D'ALSACE, QUE LA VOIE FERRÉE PERCERA LA CHAINE DES VOSGES

Remontant la vallée de la Moselle, la nouvelle ligne, reliant le réseau de l'Est au réseau alsacien, traversera la montagne en tunnel, au col de Bussang, et aboutira à Saint-Amarin, dans la vallée de la Thur.

LA SCIENCE ET LA VIE

MAGAZINE DES SCIENCES ET DE LEURS APPLICATIONS A LA VIE MODERNE

Rédigé et illustré pour être compris de tous

Depuis la guerre, paraît tous les deux mois. — Abonnements : France, 11 francs, Etranger, 18 francs
Rédaction, Administration et Publicité : 13, rue d'Enghien, PARIS — Téléphone : Bergère 37-36

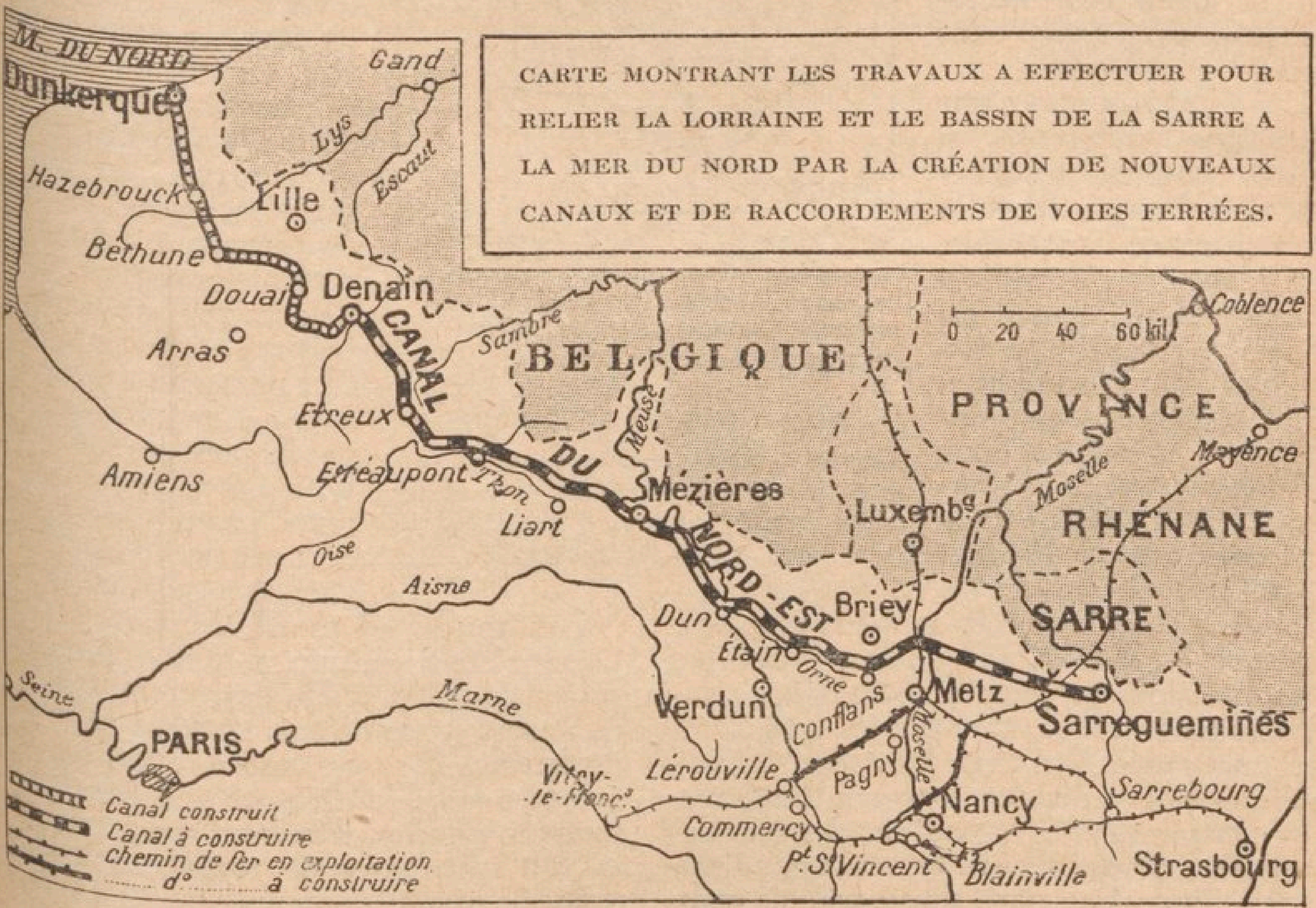
Tous droits de reproduction, de traduction et d'adaptation réservés pour tous pays.
Copyright by La Science et la Vie *Octobre 1919.*

Tome XVI — Octobre-Novembre 1919 — Numéro 47

LES GRANDS TRAVAUX PROJETÉS POUR LE RELÈVEMENT DE LA FRANCE

Par Alexandre LE MAZURIER
ATTACHÉ AU MINISTÈRE DES TRAVAUX PUBLICS

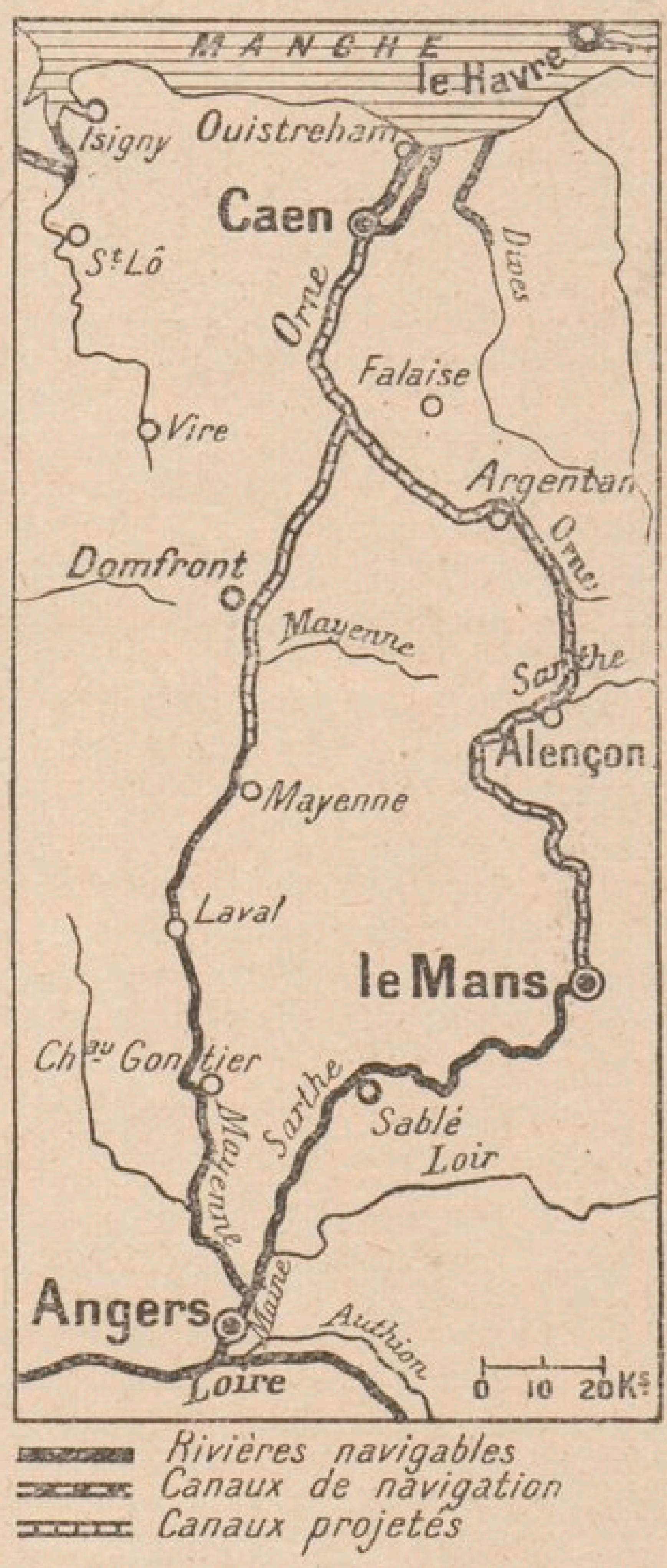
On a dit que, après le grand conflit mondial, la véritable victoire appartiendrait à celle des nations qui, la première, aurait recouvré sa situation économique par le rétablissement de sa production, la reconstruction et la réorganisation de son outillage industriel et commercial. Ce pourrait être là le lot de la France, la plus touchée et la plus obérée, si les projets que l'on forme, si le programme de grands travaux publics que le gouvernement veut faire adopter pouvaient être promptement réalisés. Quand on consulte nos ingénieurs compé-



CARTE MONTRANT LES TRAVAUX A EFFECTUER POUR RELIER LA LORRAINE ET LE BASSIN DE LA SARRE A LA MER DU NORD PAR LA CRÉATION DE NOUVEAUX CANAUX ET DE RACCORDEMENTS DE VOIES FERRÉES.

tents, nos spécialistes en grandes entreprises, on les trouve généralement d'accord pour reconnaître que, si le développement économique de notre pays n'a pas atteint les proportions ni la rapidité que l'on a pu constater chez quelques-uns de nos rivaux, c'est, en grande partie, à l'insuffisance de l'outillage national qu'on le doit. Qu'il s'agisse de chemins de fer, de ports, de voies navigables, notre infériorité, au regard de l'étranger, était manifeste. Avant la guerre, le Parlement, obsédé par l'idée, fort louable en soi, de ménager les ressources de l'Etat, ne subventionnait qu'à regret les grands travaux publics; et les crédits alloués, plus ou moins abondants, suivant la situation financière générale, ne permettaient pas de mener rapidement à bien les programmes arrêtés. Les travaux traînaient en longueur et souvent, lorsqu'il était achevé, l'ouvrage ne répondait déjà plus aux nécessités d'un trafic sans cesse grandissant.

Il faudra adopter une attitude différente si nous voulons restituer à notre pays, dans la concurrence mondiale, la place qui n'aurait jamais dû lui échapper. En matière d'outillage national, la politique a fait son temps qui consiste à n'engager une dépense que sous la pression des besoins économiques, à ne se résigner à tel travail que lorsque l'ancien état de choses ne peut plus être conservé. Il faut, au contraire, chercher les occasions propices à notre développement économique, deviner les intentions de nos concurrents, les devancer si possible, si nous voulons que notre outillage reste constamment à la hauteur des services que l'on attend de lui. Ce n'est pas l'embouteillage d'un port, d'une voie de communication qui doit nous contraindre à créer un nouveau bassin, à doubler une voie, à creuser un canal ; c'est, au contraire, la volonté de tirer parti de tel ou tel avantage commercial ou géographique qui doit nous suggérer l'idée de l'œuvre à accomplir. Cette volonté a donné naissance au programme des grands travaux publics dont l'Etat vient de prendre l'initiative et que nous allons essayer de décrire et d'analyser. Son exécution, qui durera nécessairement plusieurs années, comportera une dépense de nouveaux milliards, perspective qui eût fait tout repousser il y a cinq ans, mais dont on ne s'émeut plus aujourd'hui, habitués que nous sommes aux plus effarants budgets, même aux gaspillages les plus imprévus.

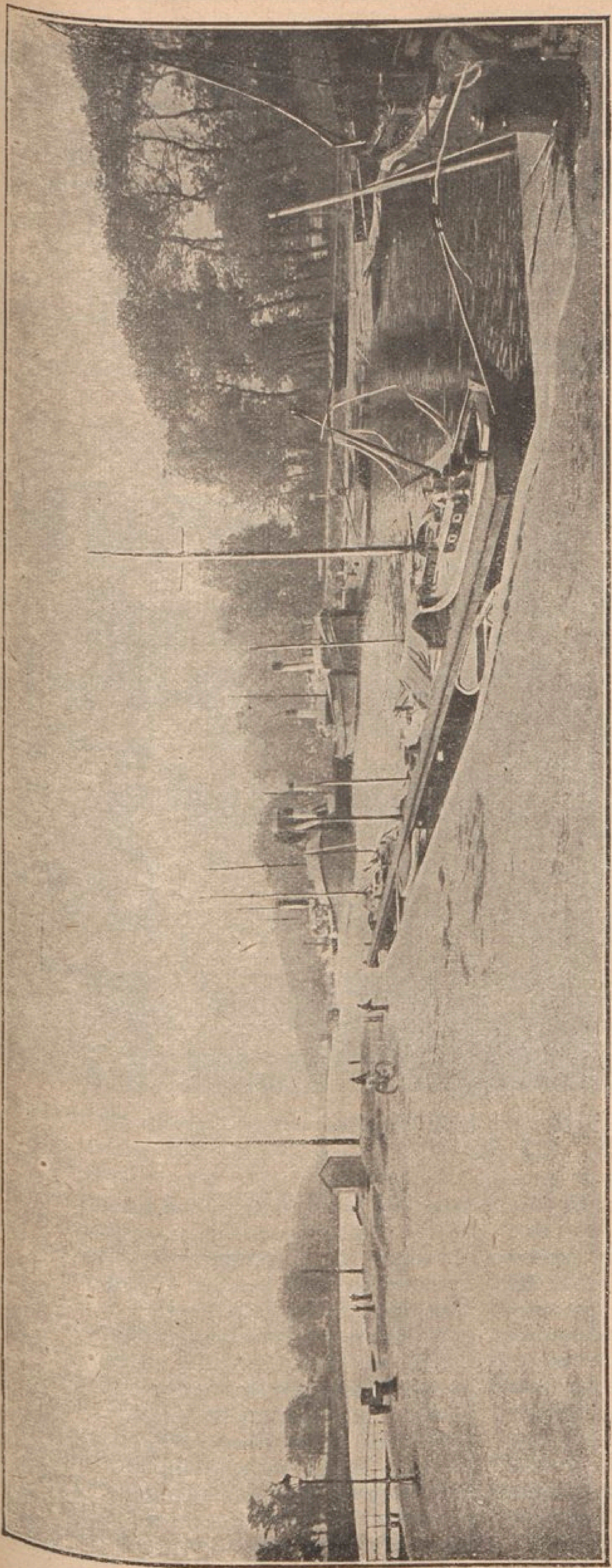


DE LA LOIRE A LA MANCHE

Le port de Caen et l'Orne, qui se jette dans la mer à Ouistreham, doivent être reliés par des canaux à la Mayenne ou à la Sarthe navigables.

Ce programme, au cadre immense, embrasse, à la fois les routes, les voies navigables, les ports, les chemins de fer, les forces hydrauliques, les distributions d'énergie. Il a pour but de faciliter notre industrie en lui donnant le combustible ou l'énergie dont elle a besoin; notre commerce, en multipliant les voies et moyens de transport, en agrandissant les ports, centres d'échange ; notre agriculture, en faisant pénétrer plus avant dans nos champs rivières et canaux, pour les fertiliser. Pour procéder par ordre, nous examinerons successivement chacun des chapitres sus-indiqués.

Les routes, d'abord. Pour retrouver notre réseau routier, si remarquable, si pittoresque, si bien entretenu que les étrangers y venaient circuler par pur agrément, il nous faudra dépenser des sommes considérables et y consacrer de longues années. Pendant cinq ans, nos 40.000 kilomètres de routes nationales, voies de grande communication et d'inté-



A OUISTREHAM, S'AMORCE LE CANAL DE L'ORNE, LONG DE 14 KILOMÈTRES, QUI RELIE CAEN A LA MANCHE

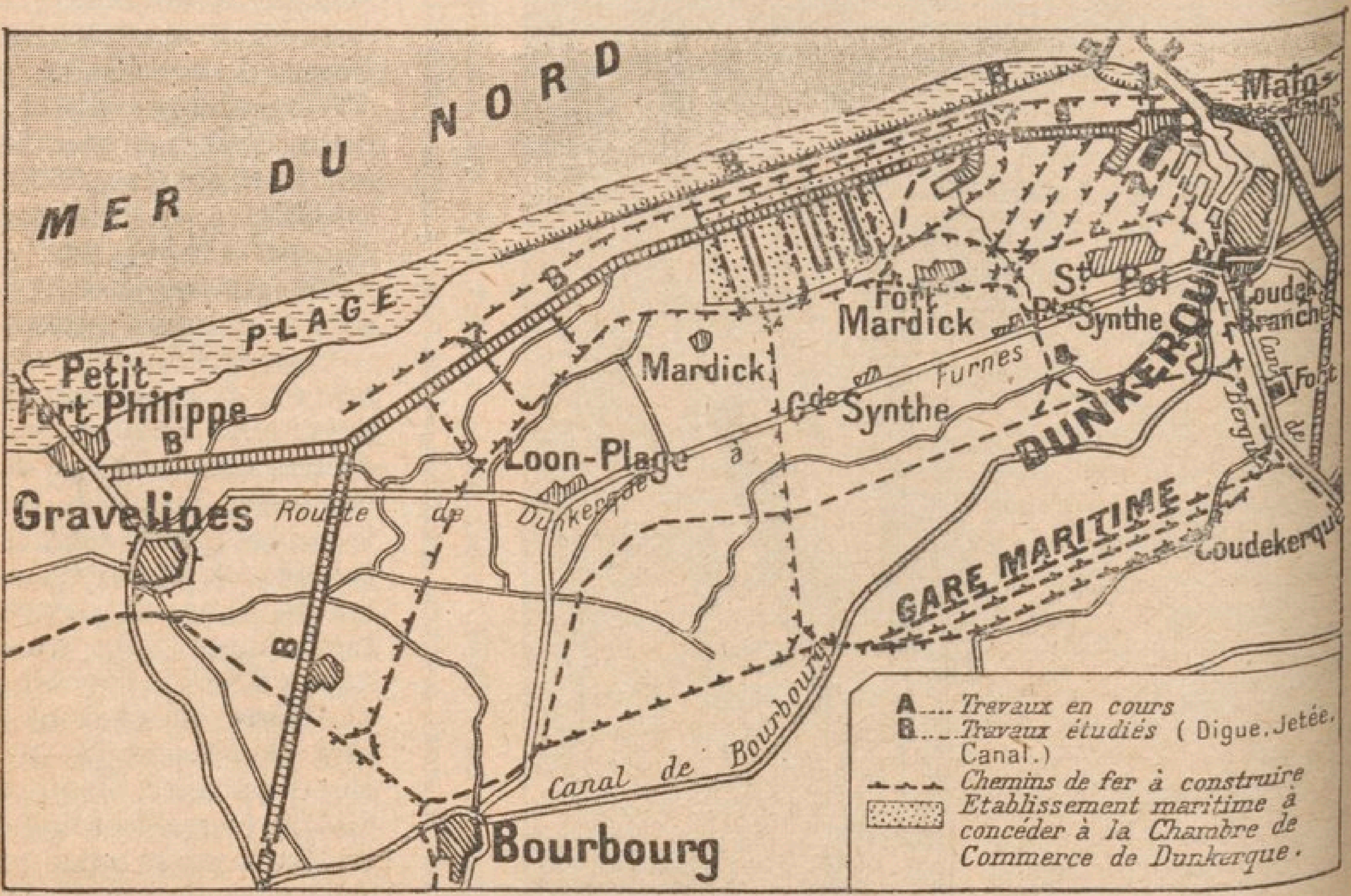
Ce canal sera approfondi et l'écluse dont on voit la sortie ci-dessus sensiblement agrandie, pour permettre l'accès des navires de fort tonnage.

rêt commun, chemins vicinaux et ruraux, n'ont reçu aucun entretien, subi aucune réfection. Donc, sans compter la reconstitution complète des voies charretières dans les départements envahis, c'est une surface considérable d'empierrement à remettre en état. Il y a exactement, en ce qui concerne les routes nationales, 9.000 kilomètres de routes à réparer, nécessitant 2.900.000 tonnes de matériaux, et 550 ouvrages d'art à reconstruire; pour les autres chaussées, 96.000 kilomètres de routes et chemins à réparer et 1.500 ouvrages d'art à refaire complètement.

Pour le tourisme, qui, grâce à l'automobile, se développe chaque jour davantage, il faudra des chaussées spéciales que le projet gouvernemental prévoit, chaussées faites de liants nouveaux, bitumineux, que nous avons déjà eu l'occasion de décrire ici et dont le prix de revient est très élevé, puisqu'il s'agit de 80.000 francs le kilomètre. On a songé aussi que ces routes de grand tourisme devront être soulagées par la création de routes à grand trafic de poids lourds, destinées à décongestionner, par les transports en camions automobiles, les villes d'industrie, les ports et centres de ravitaillement, les voies ferrées secondaires. On a donc envisagé la création de 10.000 kilomètres de routes qui compléteront le réseau national, dont le statut légal devra être réadapté aux conditions nouvelles de la circulation. Pour facili-

ter cette circulation on généralisera le système appliqué pendant la guerre dans la zone des armées et qui a permis aux camions militaires de circuler rapidement, sans erreur de direction, à toute heure de jour et de nuit. Aux plaques minuscules dont les inscriptions sont le plus souvent illisibles, on substituera de grands placards bien en vue, sur des murs, des pignons d'immeubles ; chaque localité inscrira son nom sur la voie la plus passante, afin que le voyageur sache où il se trouve. Les bornes kilométriques des routes nationales seront peintes en

Après les chemins de terre, passons maintenant aux chemins d'eau. La part qui incombe à la navigation intérieure est importante aussi dans l'ensemble des grands travaux prévus. Comme pour les autres chapitres, elle comporte d'abord la reconstitution des voies détruites ; puis la terminaison des travaux en cours d'exécution, comme la mise du canal du Rhône au Rhin au gabarit de la péniche de 300 tonnes, l'élargissement du canal d'Orléans, l'amélioration de la Seine dans la traversée de Paris et de Port-à-l'Anglais à Bougival, la construction du



PLAN DU PORT DE DUNKERQUE AVEC L'INDICATION DES TRAVAUX PROJETÉS

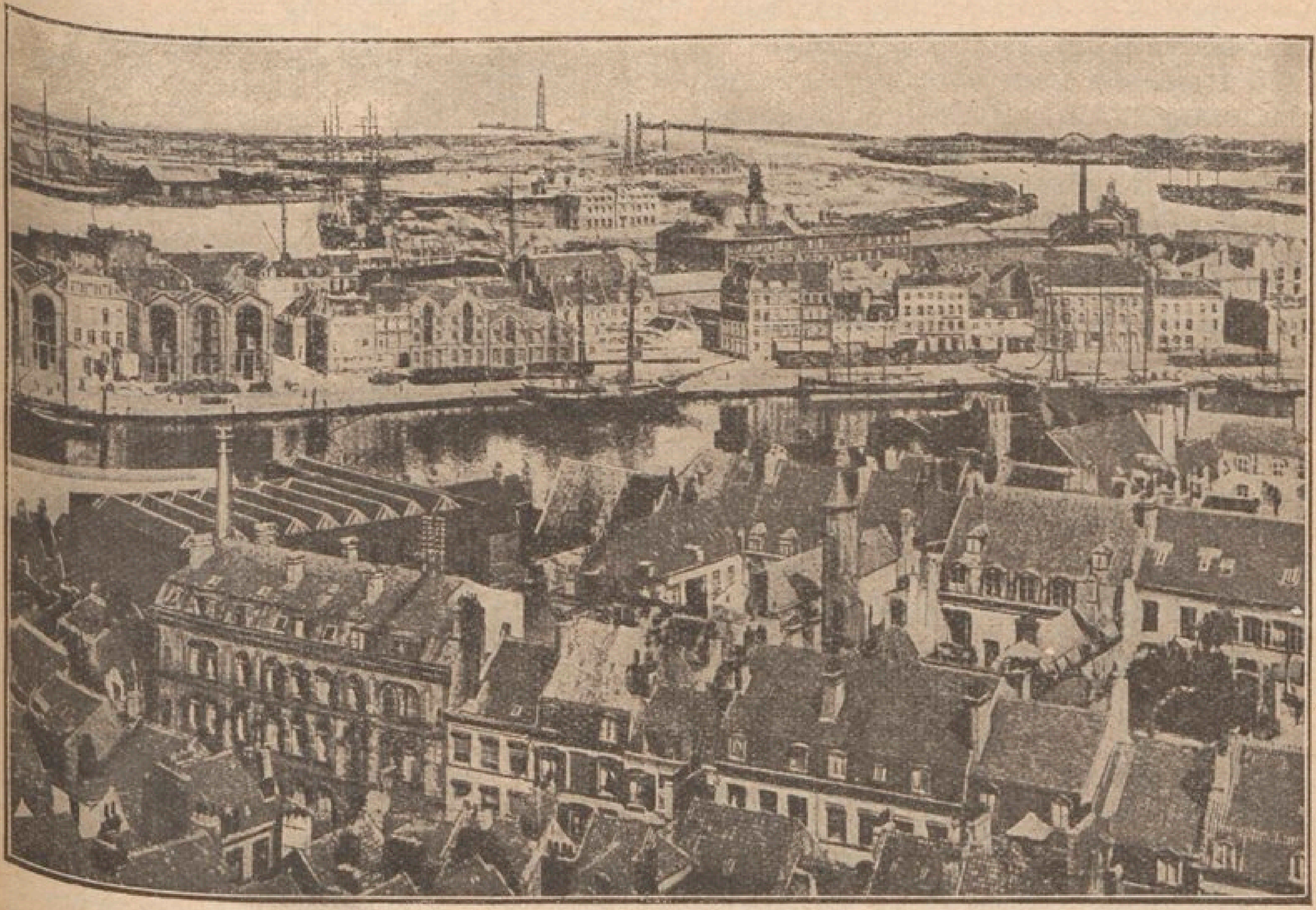
Une ceinture de canaux multipliera le développement des quais qu'une nouvelle gare maritime contribuera à débarrasser très rapidement de leurs marchandises.

rouge à leur partie supérieure, ce qui évitera la lecture des inscriptions qu'elles doivent porter. Il faudra prévoir également l'établissement d'un code rigide de la route et d'une police sévère pour le faire respecter par les usagers ; la circulation devenant chaque jour plus dense et plus rapide, il importe, en effet, que de sérieuses mesures de sécurité soient prises et imposées. La diminution du nombre des passages à niveau, ou tout au moins l'interdiction d'en établir de nouveaux sur les lignes à concéder, doit figurer également au programme général.

canal du Nord, dont on augmente la section et dont on modifie les ouvrages d'art de façon à permettre le passage des bateaux de 600 tonnes. Les autres travaux sont à l'étude. Ce sont : la transformation de la voie navigable reliant le Rhône au Rhin, qui, dès la fin de cette année, sera rendue accessible aux bateaux de 300 tonnes, en une voie navigable accessible aux chalands de 600 et de 1.200 tonnes ; les travaux d'amélioration de la Seine entre Bougival et Rouen et l'agrandissement du port fluvial de cette ville ; la mise au gabarit de la péniche de 300

tonnes du canal du Berry, du canal du Midi et du canal latéral à la Garonne ; l'aménagement du Rhône au triple point de vue de la navigation, de l'utilisation des forces hydrauliques et des irrigations ; l'organisation de la traction électrique sur le canal de la Marne au Rhin et le canal des houillères de la Sarre; la création d'une voie navigable nouvelle à grande section, pour bateaux de 600 tonnes, reliant la Sarre à la Moselle, la Moselle à la Meuse, puis, par le parcours du canal du Nord-Est, la Meuse à l'Escaut et à la mer du Nord ; l'amélioration de la navigabilité de la Loire entre Briare et la mer ; la création de voies navigables reliant la Garonne à la Loire, la Loire à la Manche, la Loire au Rhône. Nous passons sur les travaux secondaires.

Comme le dit M. Bedouce, rapporteur du budget des Travaux publics, si l'on considère que Paris, Lyon et Strasbourg doivent être désormais nos grands ports intérieurs, il faut admettre tout de suite la nécessité de faire passer de grands bateaux du Rhône au Rhin, par la trouée de Belfort, et de la Saône à Paris, par le canal de Bourgogne, afin que la même circulation puisse s'établir entre tous nos grands ports intérieurs et toutes nos mers. C'est le seul moyen de tourner vers la région parisienne, vers la région industrielle que deviendra le Rhône, vers les régions agricoles du Centre, du Nord et du Midi, le grand courant des matières premières d'Alsace-Lorraine : minerais, fontes, engrais potassiques, qui prenaient jusqu'ici le chemin des empires centraux. Pour des raisons analogues, de puissants bateaux devront circuler du Rhin alsacien et du grand bassin ferrifère lorrain vers la Belgique et Anvers, d'une part, vers le Nord et Dunkerque, d'autre part. Nous aurons ainsi deux grandes voies navigables françaises : de la Méditerranée à la mer du Nord, de la Méditerranée à la Manche. Il va de soi que les mêmes bateaux devront pouvoir circuler de Marseille à Bordeaux, reliant ainsi la Méditerranée et le Rhône à l'Atlantique, ce qui complétera le grand circuit navigable entre toutes nos mers.



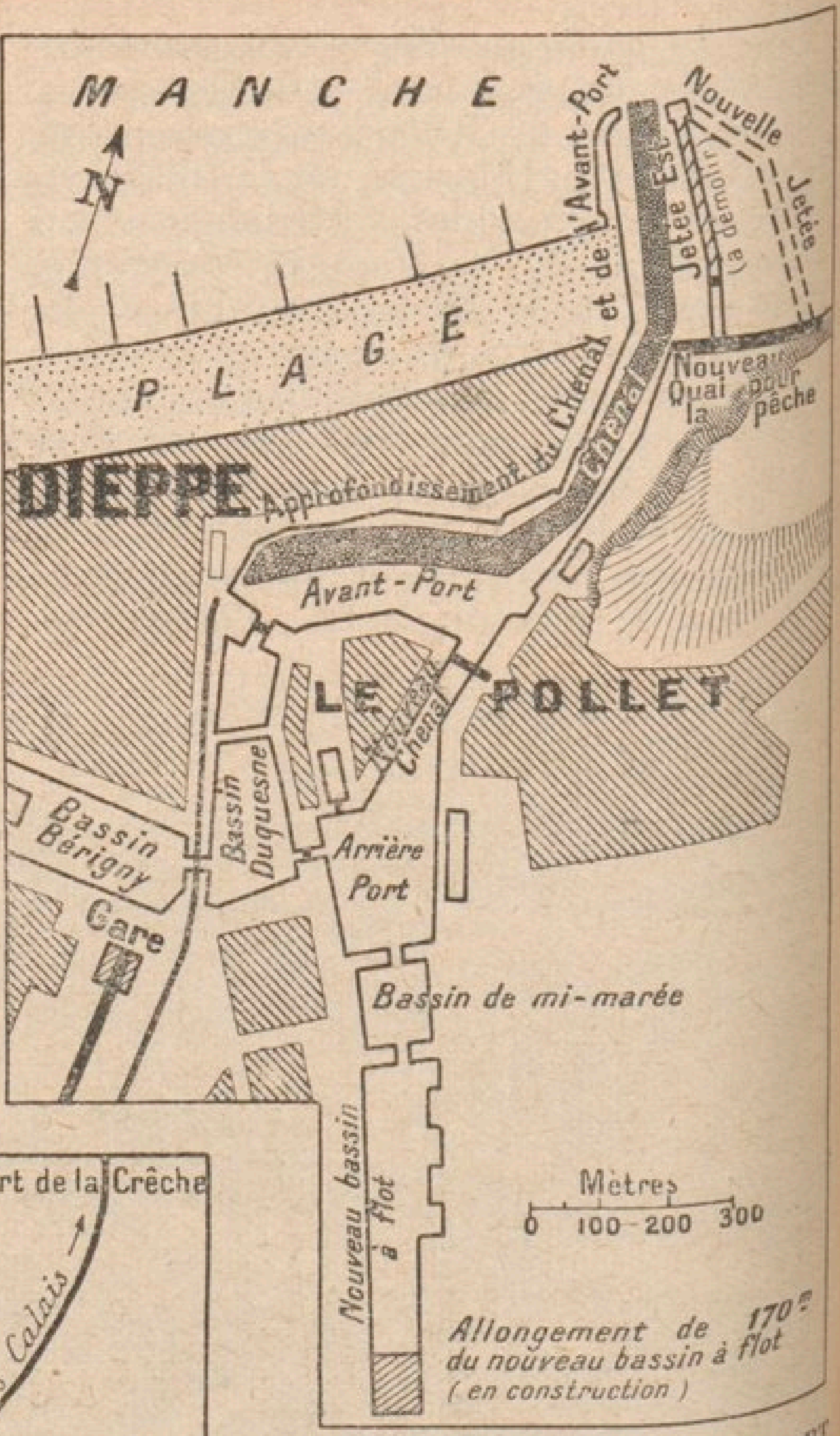
VUE GÉNÉRALE DE DUNKERQUE, NOTRE GRAND PORT SUR LA MER DU NORD

Les nombreux canaux qui y aboutissent vont encore être augmentés et agrandis, ainsi que les sept bassins à flots, qui mesurent déjà 42 hectares. Dunkerque deviendra la porte sur la mer des régions de l'Est et de la Sarre, et le plus bel avenir lui semble réservé.

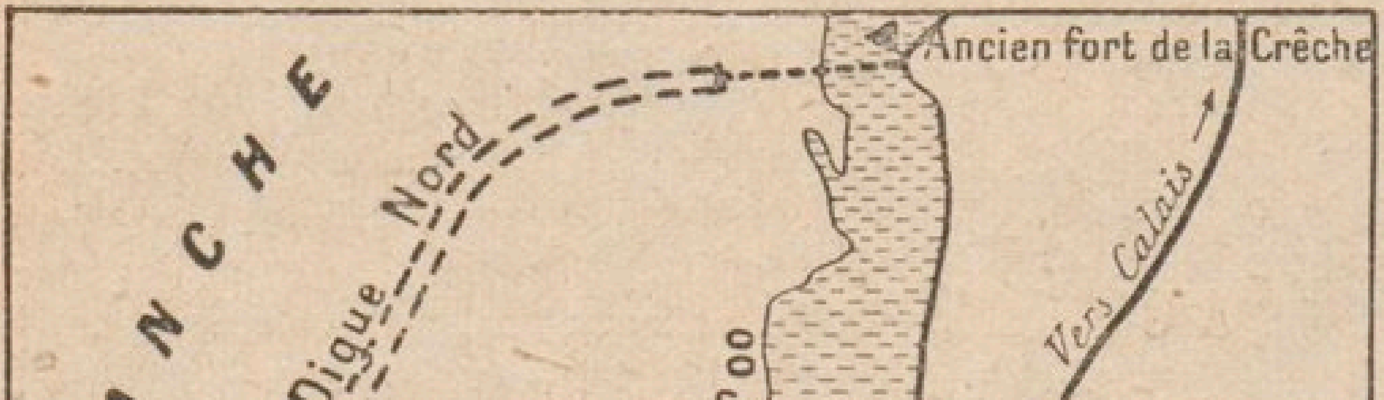
Le projet d'amélioration des canaux existants ou de création de canaux nou-

veaux répond à ce programme. Pour leur donner accès aux chalands de 600, 900 et 1.200 tonnes, il faudra naturellement modifier leur gabarit ; la profondeur variera peu ; elle est, en effet, de 2 m. 45 pour les 600 tonnes, 2 m. 50 pour les 900, 2 m. 55 pour les 1.200. Mais la largeur, par contre, augmente dans de plus fortes proportions ; elle devient respectivement, de 15 m. 65, 20 mètres et 23 m. 70. Quant aux écluses, elles devront être portées à 65, 80 et 95 mètres. Ce travail représente un cube considérable de terrassement, des terrains à acquérir, des ouvrages d'art souvent importants à refaire.

Le traité de paix avec l'Allemagne, en nous apportant le bassin de la Sarre, qui produit annuellement 17 millions de tonnes de charbon, dont 5 millions nous seront attribués, a créé à la France une situation économique nouvelle. L'Allemand s'était toujours opposé à tous moyens de communication par fer ou par eau entre la Lorraine et la France. Les rôles sont changés aujourd'hui, et la liberté nous est rendue de pénétrer au cœur de ces riches mines de houille et de fer. Profitons-en. Un grand canal va donc relier la Sarre à l'Escaut, où les cours d'eau navigables du nord aboutissent en assez grand nombre pour n'avoir pas besoin d'être multipliés. Partant de Denain, sur l'Escaut, le tracé du canal nouveau suit la vallée de la Seille, va rejoindre le canal de la Sambre à l'Oise, à Ors, l'emprunte pendant une douzaine de kilomètres, puis remonte la vallée de l'Oise jusqu'à Étréaupont, la vallée du Thon jusqu'à Liart, gagne Mézières, qu'il où il rejoint la Meuse,

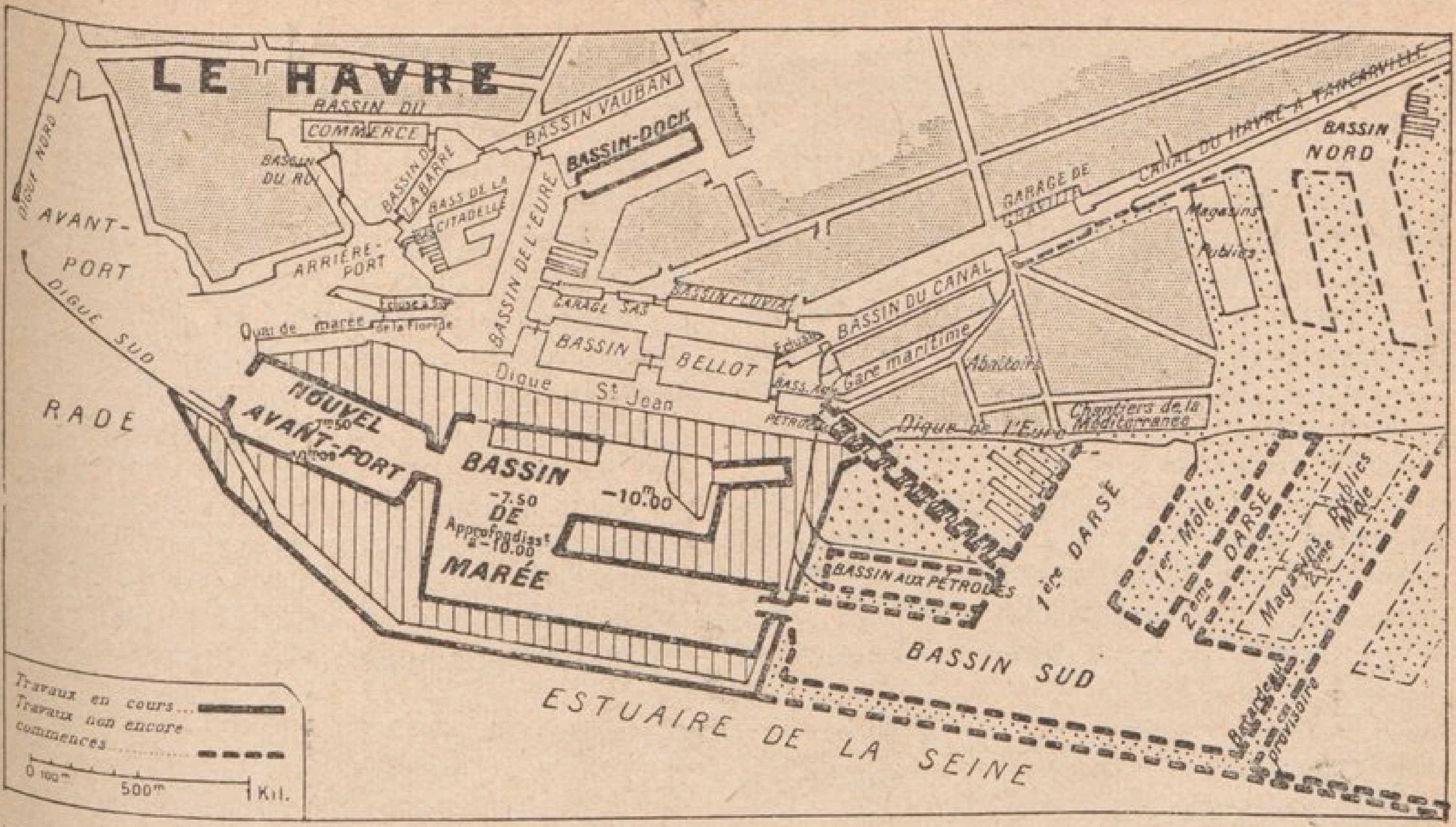


L'ACCÈS ET L'ENTRÉE DU PORT DE DIEPPE VONT ÊTRE SENSIBLEMENT AMÉLIORÉS



LES TRAVAUX PROJETÉS AU PORT DE BOULOGNE

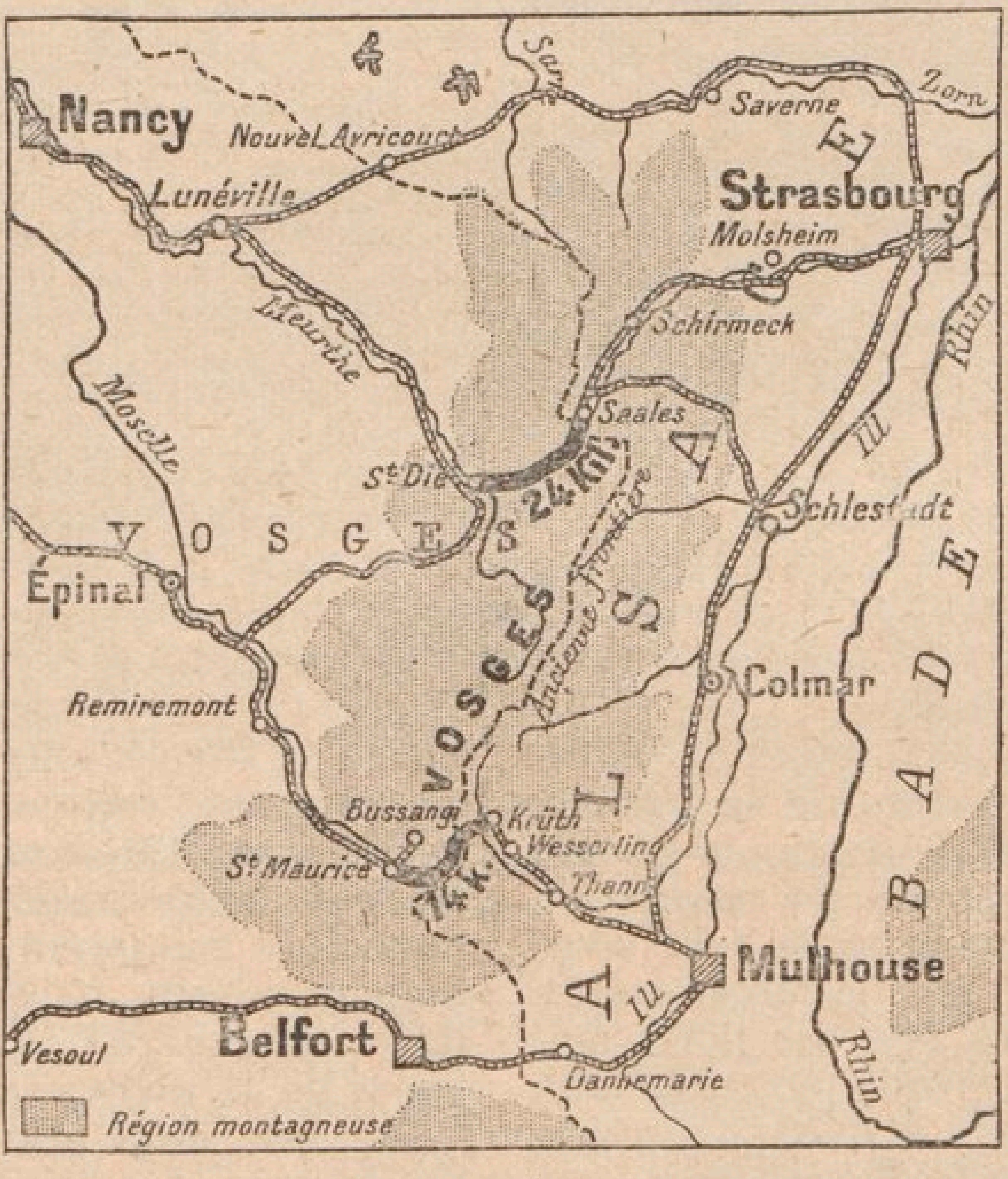
La grande digue Carnot va être prolongée et, en quelque sorte, doublée par une digue symétrique (digue Nord).



LES AMÉNAGEMENTS PRÉVUS DU PORT DU HAVRE S'ÉTENDENT ENTRE LE COURS DE LA SEINE ET LE CANAL DE TANCARVILLE

suit jusqu'à Milly, vers Dun ; de là, traverse la Woëvre, prend la vallée de l'Orne, passe à Etain, Conflans-en-Jarnisy, au-dessous de Briey, vient couper la Moselle au-dessus de Metz et aboutit enfin à la Sarre, un peu au-dessus de Sarreguemines. La longueur totale est de 320 kilomètres environ ; la dépense prévue atteint 950 millions.

L'aménagement du cours du Rhône tel que le conçoit le programme des grands travaux publics coûtera trois fois plus, mais l'entreprise est vraiment grandiose. Elle comporte un triple problème : la navigation, la production électrique, l'irrigation qu'il faut étudier et faire marcher de pair. Le Rhône est à courant rapide, il y aura donc lieu de créer des canaux de dérivation qui assureront la navigabilité de la Suisse à la mer pour des bateaux de 1.200 tonnes. Pour faciliter, d'ailleurs, l'élaboration des immenses travaux envisagés, notre grand fleuve a été divisé en cinq sections : de la frontière suisse au confluent de la Saône, c'est-à-dire à Lyon ; le grand port de Lyon, qui sera constitué par un canal contournant la ville ; du confluent de la Saône à celui de l'Isère ; de l'Isère au Gardon ; et, enfin, du Gardon à la mer. Dans chacune de ces sections, le fleuve sera aménagé de telle sorte que les agglomérations rurales, les exploitations agri-



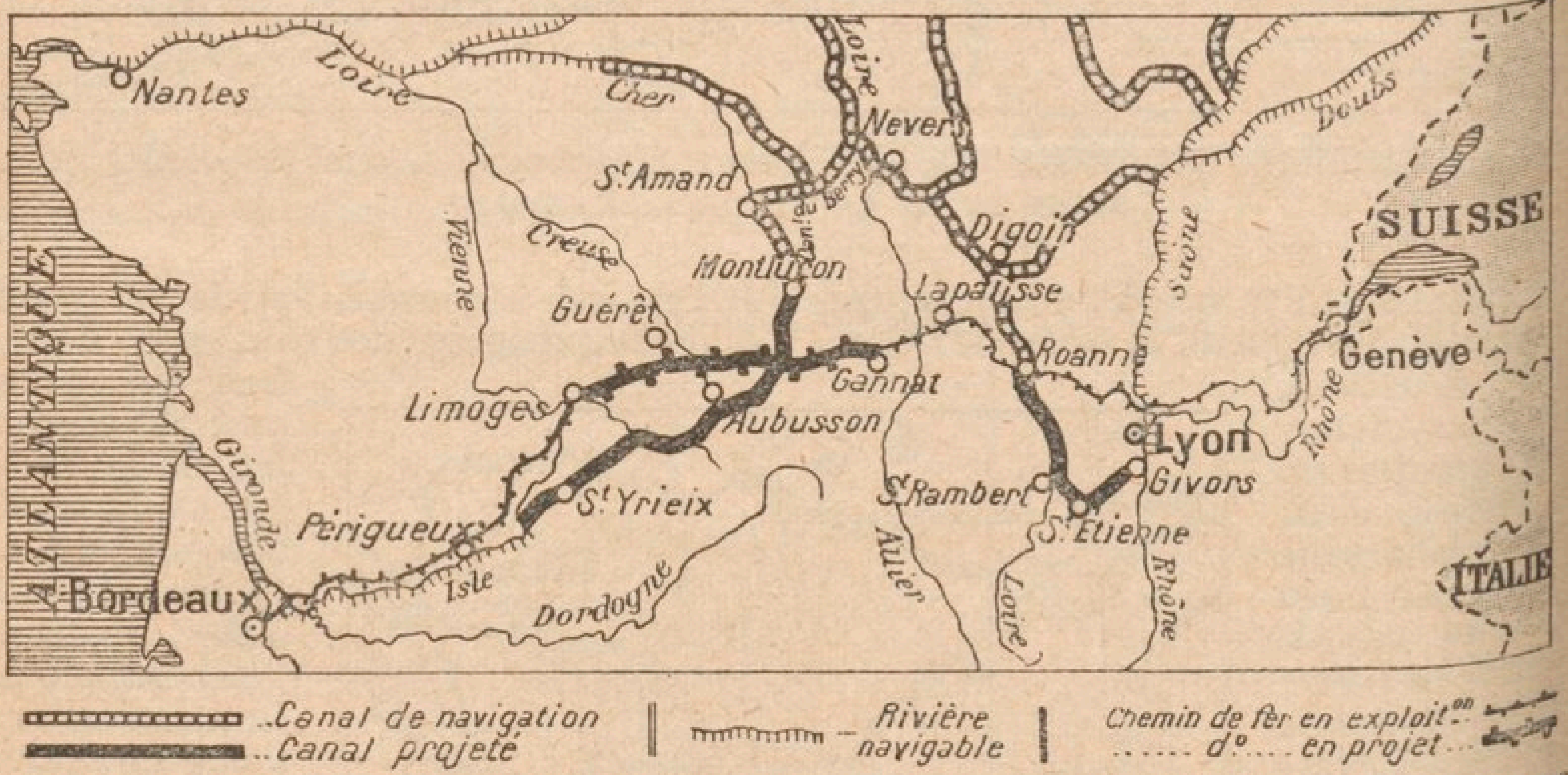
LA DOUBLE PERCÉE DES VOSGES

Deux nouvelles lignes, dans les régions de Bussang et de Sainte-Marie-aux-Mines, relieront notre réseau de l'Est aux voies ferrées alsaciennes.

coles, dans une large zone de chaque côté du fleuve, retireront des avantages multiples par l'emploi plus répandu de l'énergie électrique, qui pourra suppléer à l'insuffisance de la main-d'œuvre, par des irrigations judicieuses qui augmenteront la valeur des terres riveraines et transformeront en terres productives les régions sans cultures de la Crau et de la Camargue. Le Rhône, ainsi que le montre la carte que nous en donnons (p. 413), doit fournir, rien que par les dix-huit dérivations prévues, le total important de 765.000 chevaux de force. Il y aura là de quoi alimenter les industries, qui profiteront, en outre, d'incomparables facilités pour le transport de leurs matières premières pour se diriger de là sur Saint-Etienne et le canal de Givors, qui amènera dans le Rhône les marchandises de l'Océan.

Par le canal du Berry, en passant par Montluçon, Aubusson et Saint-Yrieix, la Loire sera encore reliée à l'Isle, qui passe à Périgueux, où cette rivière est navigable et conduit à la Garonne. Ce nouveau canal, si vivement désiré, poussera des embranchements sur Angoulême et Niort.

Enfin, la Loire sera réunie à la Manche par un canal qui, venant de la Mayenne ou de la Sarthe, débouchera dans l'Orne, canalisée jusqu'à Ouistreham. Quant au cours de la Loire, qui n'est pas navigable, on a déjà mis à l'étude les moyens possibles de l'aménager, soit par un système



LE PROJET « SUISSE-OCÉAN » COMPORTE DES TRAVAUX D'UNE TRÈS GRANDE IMPORTANCE, NOTAMMENT DANS LA RÉGION DU PLATEAU CENTRAL

De nouveaux canaux vont relier entre eux le Rhône, la Loire et la Garonne, cependant qu'une nouvelle ligne de chemin de fer de Limoges à Saint-Germain-des-Fossés, abrègera dans des proportions très appréciables la distance entre Genève et Bordeaux.

et l'évacuation de leurs produits fabriqués vers tous les points de la France.

Le Rhône, considéré comme la grande artère de notre système de navigation intérieure, se trouvant ainsi relié avec l'Alsace et le Rhin, met la Méditerranée en relations directes avec les ports hollandais et la mer du Nord ; par les canaux de Cette et du Midi, il unit très avantageusement Marseille à Bordeaux.

Le bassin de la Loire, le Centre et l'Ouest de la France ont aussi leur part dans ce programme. A Roanne, faisant suite au canal qui vient de Digoin, sur la Loire, une nouvelle voie d'eau suivra la vallée de la Loire jusqu'à Saint-Rambert mixte de digues longitudinales et à épis transversaux, soit en créant le long de la vallée une artère navigable adéquate au trafic à desservir, de façon à obtenir un mouillage minimum de 1 m. 50 sous l'étiage moyen, ce qui permet la circulation de gabarits portant, avec une longueur de 45 mètres, 300 tonnes en lourd.

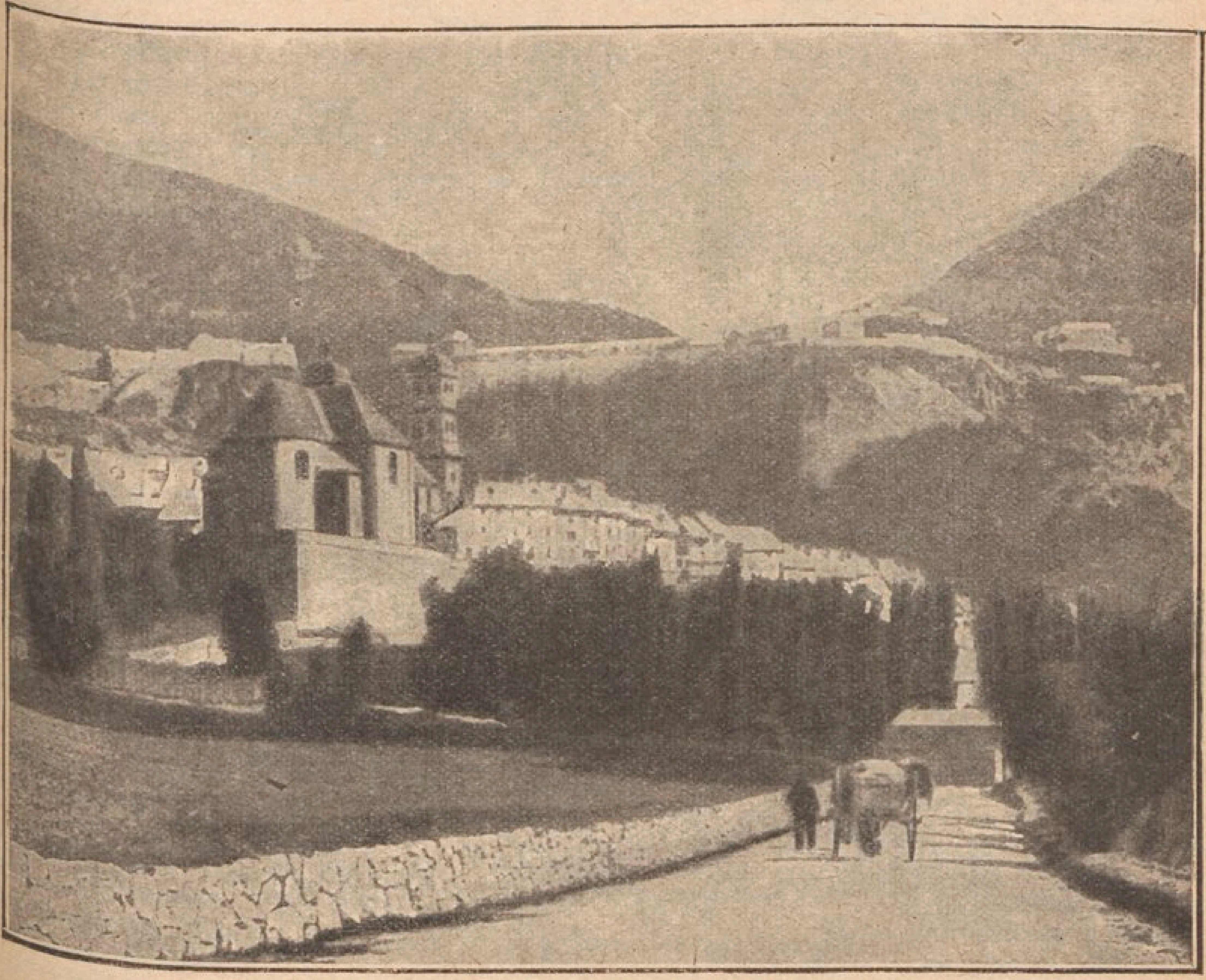
Tel est, dans ses grandes lignes, le programme des grands travaux en ce qui concerne la navigation intérieure. Il a, il faut le dire, ses ennemis, qui prétendent que la voie d'eau est plus lente, plus onéreuse que la voie ferrée ; que le territoire de la France est trop accidenté pour qu'on y développe le système des canaux,

pratique seulement dans les pays plats, et l'on cite à l'appui de cette théorie des chiffres assez suggestifs. A une montée de 100 mètres au-dessus du niveau de la mer, nous dit-on, correspondent les trajets suivants : sur le Rhône, 215 kilomètres ; sur la Seine, 556 ; sur le Rhin, 621 ; sur la Volga, 2.000. Ces différences indiquent clairement combien le nombre des écluses et des travaux d'art doit être multiplié dans les pays accidentés comme le nôtre, et, par conséquent, combien le système est coûteux. La difficulté de corriger la différence des altitudes sera trois fois plus grande sur le Rhône que sur le Rhin et dix fois plus que sur la Volga.

Quoi qu'il en soit, pour compléter cet outillage fluvial et pour faire donner son plein rendement à ce vaste système de canaux, il importe de leur donner des dégagements et des débouchés en conséquence. Ce sera donc une série de travaux importants à effectuer dans nos différents ports de commerce. Dunkerque, vers qui l'on veut diriger les produits de la Sarre et de la Lorraine, verra la longueur de ses quais se doubler et passer de 10 à 20 kilomètres, par la construction de nouvelles darses et d'un bassin à l'est du port.

Il sera créé, le long du canal de Mardyck, des établissements industriels où l'on transformera sur place, directement, les matières premières à leur arrivée, au lieu de faire venir à grands frais du dehors les produits tout fabriqués.

A Boulogne, le port en eau profonde sera agrandi et la jetée du large prolongée; la jetée nord-est sera reconstruite plus au nord et de plus larges emplacements seront réservés aux barques de pêche. A Dieppe, on construira une nouvelle entrée et on prolongera le quai ouest du bassin à flot. En ce qui concerne le Havre, les travaux envisagés sont considérables,

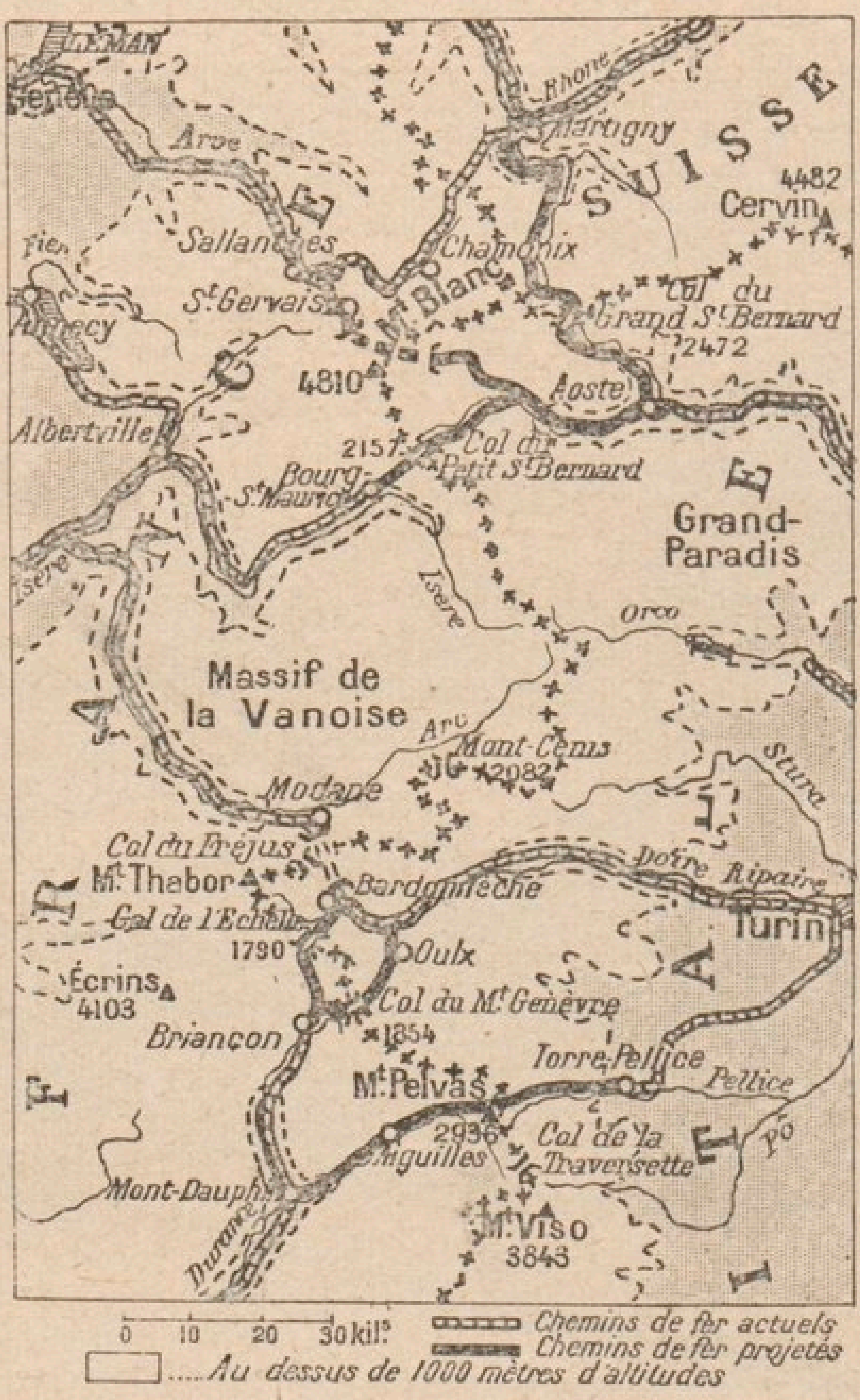


VUE PANORAMIQUE DE BRIANÇON PRISE DE LA ROUTE DU LAUTARET

C'est de cette ville, terminus de la ligne du chemin de fer, que doit partir le tronçon de voie ferrée qui, traversant les Alpes, rejoindra, à Oulx, le réseau italien.

et la carte que nous en donnons, établit clairement l'économie du projet. Caen, que le canal de l'Orne relie à Ouistreham, devra non seulement à son raccordement à la Loire, mais aussi et surtout à l'énorme développement qu'a pris l'industrie dans la région normande, de voir ses bassins s'agrandir et s'approfondir, de façon à recevoir des navires de haut tonnage, pour le passage desquels l'écluse de Ouistreham va être refaite et le canal de l'Orne approprié à sa nouvelle destination. Sur l'Océan, Nantes, La Pallice et Bordeaux ; en Méditerranée, Marseille, débouché du canal du Rhône, Cette, porte de l'étang de Thau, qui devient bassin d'évolution, La Nouvelle, le Barcarès, Saint-Louis-du-Rhône, ont leur chapitre spécial au programme des grands travaux. Dans la rade de Villefranche, à deux pas de Nice on va créer un port d'escale pour les grands paquebots. Ne faut-il pas, d'ailleurs, prévoir (les errements passés l'ont tant de fois prouvé), que les conceptions répondant aux besoins actuels seront insuffisantes avant même que les travaux soient terminés. Ne faut-il pas que les futurs navires, quelles que soient leur grandeur, leur puissance, leur rapidité, trouvent accès dans nos ports et que ceux-ci, les principaux tout au moins, soient constamment tenus en état de recevoir les plus grands navires du monde ? Plus urgent encore semblerait devoir être l'aménagement de nos ports de commerce que celui de nos canaux.

Notre outillage économique ne saurait être complet sans le développement normal et proportionnel de nos voies ferrées.



LA TRAVERSÉE DES ALPES

Cinq projets sont en présence ; celui de Briançon à Oulx semble le plus en faveur.

Il conviendra, tout d'abord, de remettre nos lignes dans l'état où elles étaient avant la guerre. La nécessité de faire face aux besoins des armées sur le front avait obligé à enlever, sur les lignes de l'intérieur, 1.498 kilomètres de voies normales ; c'est un travail qui a été entrepris immédiatement et qui sera terminé à la fin de l'année. On incorporera dans nos voies ferrées d'intérêt général ou d'intérêt local 1.658 kilomètres de lignes nouvelles, qui ont été construites par les armées dans les régions du Nord et de l'Est. A cet ensemble de réparations et de récupérations viendront s'ajouter 1.764 kilomètres de lignes nouvelles à construire sur nos cinq réseaux du Nord, de l'Orléans, de l'Est, du P.-L.-M. et de l'Etat.

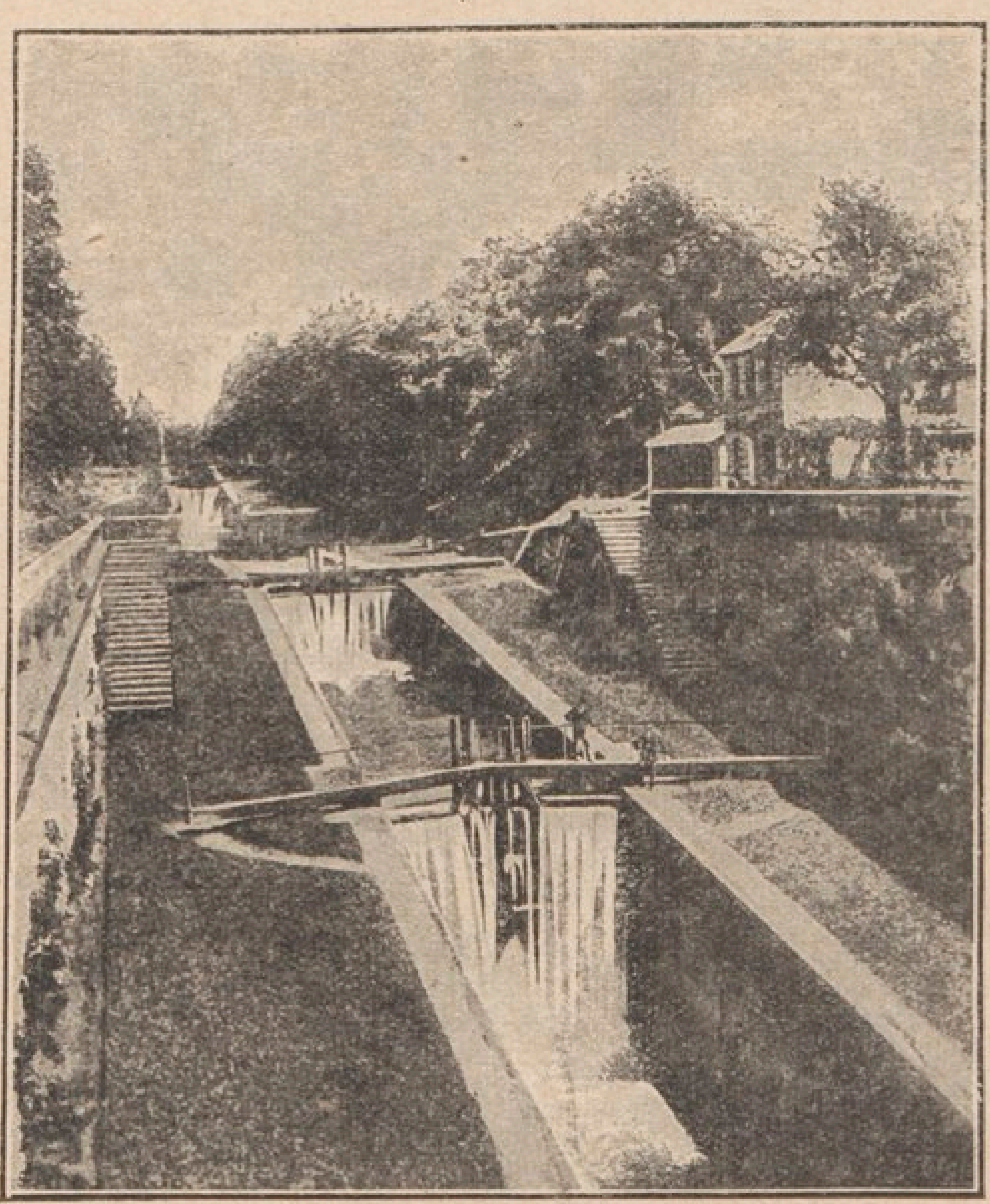
D'autre part, le conseil supérieur des Travaux publics a donné des avis favorables à l'établissement de certaines lignes nouvelles nécessitées par les relations internationales. Pour développer encore les moyens de communication entre le bassin de la Sarre et nos départements de l'Est et du Nord, on va construire, dans un délai relativement rapproché, une ligne à double voie de Lérouville à Metz, avec raccordements à Onville vers Conflans et à Arnaville vers Metz ; puis une autre ligne à double voie de Pont-Saint-Vincent à Blainville, pour décongestionner la grande ligne Paris-Strasbourg ; enfin, plus tard, une ligne à double voie reliant la ligne Nancy-Pagny-sur-Moselle, à la ligne Metz-Sarrebourg.

Dans les Vosges, qui n'étaient traversées que par les deux lignes Nancy-

Strasbourg et Belfort-Mulhouse, pour desservir convenablement la région de la Haute-Alsace et assurer ses relations tant avec la région lorraine qu'avec tout le Nord et le Nord-Est de la France, une ligne à double voie, d'une longueur de 14 kilomètres, sera construite entre Saint-Maurice et Wesserling, reliant la ligne de Remiremont à Bussang à la ligne de Krüth à Mulhouse et réduisant ainsi de 50 kilomètres la distance entre Nancy et Mulhouse. De même, pour desservir la région moyenne de l'Alsace, on établira une jonction entre Saint-Dié et Saales, reliant la ligne de Lunéville à Epinal au chemin de fer de Molsheim à Saales ; cette ligne aura une longueur de 24 kilomètres.

En descendant vers le Sud, nous trouvons, parmi les lignes nouvelles à construire, celles qui doivent compléter la voie transversale que l'on a désignée sous le nom de Suisse-Océan et qui reliera de façon directe Limoges à Saint-Germain-des-Fossés en passant par Bourganeuf, Pontarion, Auzances. Enfin, pour la traversée des Alpes que, sur une distance de 400 kilomètres, percent seulement deux tunnels, celui du Mont-Cenis et celui du Simplon, cinq projets sont en présence. Bien que les rapports des ingénieurs ne se montrent pas très favorables à de nouvelles percées, le projet Briançon-Oulx tient la corde et il est probable que c'est lui qui, en dernier lieu, sera exécuté.

Dans son rapport du 13 mars dernier, M. Claveille, ministre des Travaux publics et des Transports, estime que, en présence de la nécessité où la France se trouve d'économiser les combustibles, l'électrification des chemins de fer devient une question urgente. Un comité spécial, chargé d'étudier et d'établir un programme, a conclu à l'électrification de 8.400 kilomètres de lignes ainsi répartis : Paris-Orléans, 3.100 kilomètres sur 7.787 ; Paris-Lyon-Méditerranée, 2.200 kilomètres sur 9.720 ; Midi, 3.100 kilomètres sur 4.062.



LES SIX ÉCLUSES DE TUILIÈRE

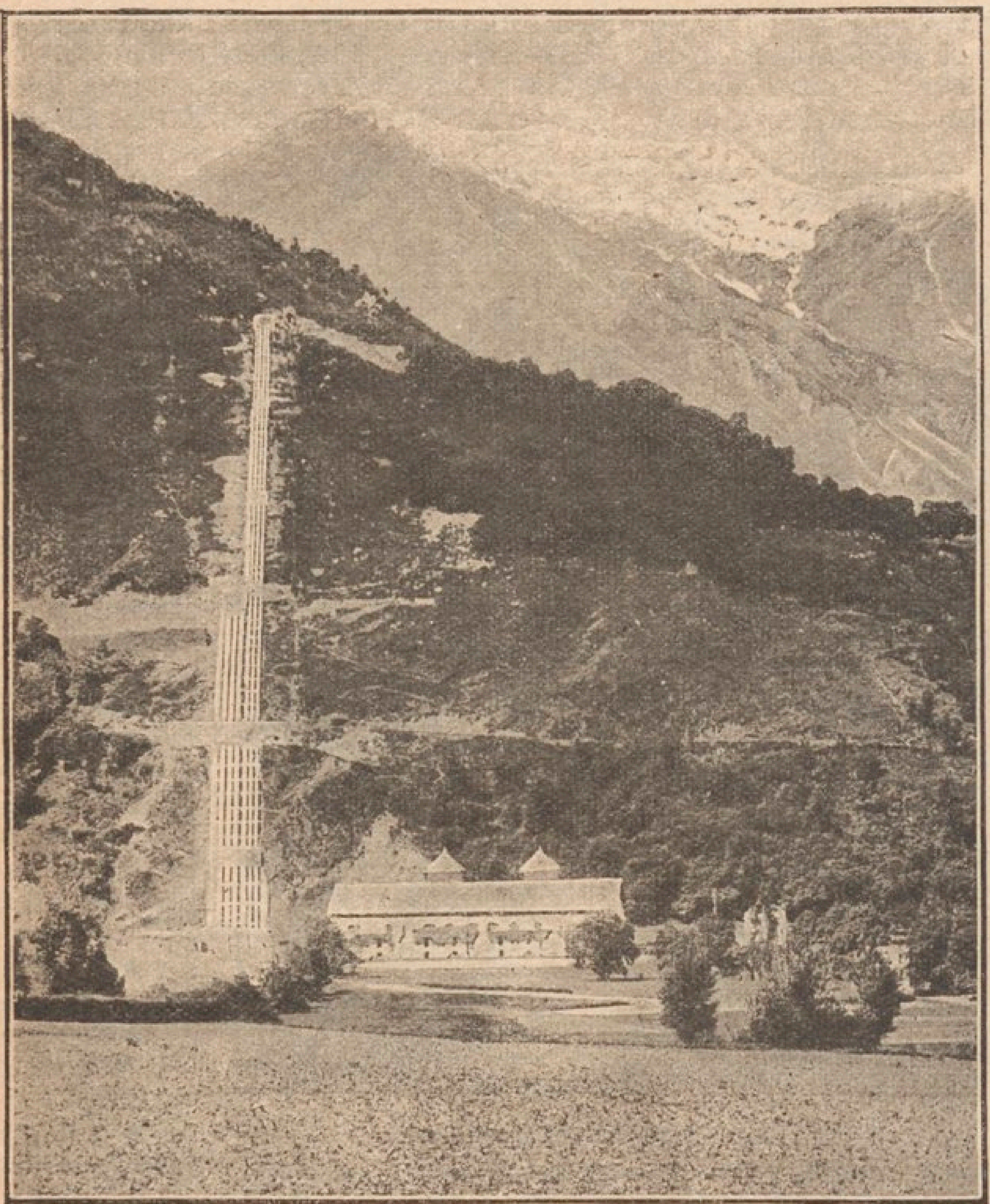
Sur le canal de Lalinde, latéral à la Dordogne, six biefs successifs ont été établis pour racheter les pentes. Une dérivation alimente l'importante usine de Tuilière.

Le Midi avait établi, avant la guerre, et partiellement réalisé, un grand programme d'électrification de ses lignes : Cette-Toulouse, Toulouse-Bayonne, et de tous les embranchements descendant des Pyrénées ; il a déjà de puissantes usines installées avec le concours de l'Etat : Soulom (20.000 chevaux), Egat (33.000), Fontpédrouse et Lacassagne (10.000 chevaux). D'autres sont à l'étude : étang de Lanoux, Ax, Nigams, Licq-Atherey. Il ne tardera pas à disposer de 100.000 chevaux. Plusieurs lignes sont équipées : Perpignan à Bourg-Madame, Lannemezan à Arreau, Lourdes à Pierrefitte, Tarbes à Bagnères-de-Bigorre, Tarbes à Montrejeau ; les autres lignes sous-pyrénéennes seront installées successivement. Le réseau tout entier sera donc électrifié.

L'Orléans, après ses expériences entre la gare d'Orsay et la banlieue de Paris, semble résolu à électrifier toute la partie sud-est de son réseau : de Châteauroux à

Montauban, de Limoges à Agen, de Brive à Toulouse, par Capdenac, de Montluçon à Aurillac et Neussargues, ainsi que les trois lignes transversales allant de l'ouest à l'est, de Bordeaux à la Rochelle-Pallice vers Lyon, Saint-Etienne, la Suisse. Naturellement, pour que cette section électrifiée soit homogène, toutes les lignes de l'Orléans situées entre la limite est de son réseau et une ligne passant par Moulins, Montluçon, Limoges, Brives, Cahors, Montauban et Toulouse, seraient successivement électrifiées (environ 3.000 kilomètres au total).

Le P.-L.-M., dans toute la partie de son réseau qui touche aux Alpes, a de nombreux kilomètres de voies à électrifier. C'est l'aménagement du Rhône et de ses principaux affluents, l'Isère et la Durance, qui lui fournira les ressources nécessaires en force motrice hydraulique. Pour le Paris-Orléans, les sources d'énergie envisagées sont la haute Dordogne ; pour le Midi, les Pyrénées. On estime que l'économie de charbon réalisée par l'électrification des chemins de fer représentera 2 millions de tonnes environ, soit à peine 3 % de la consommation annuelle totale de la France, qui est de 60 millions, économie relativement faible en tant que quantité, mais qui aura l'avantage de nous éviter une exportation d'or de 100 à 150 millions chaque année.

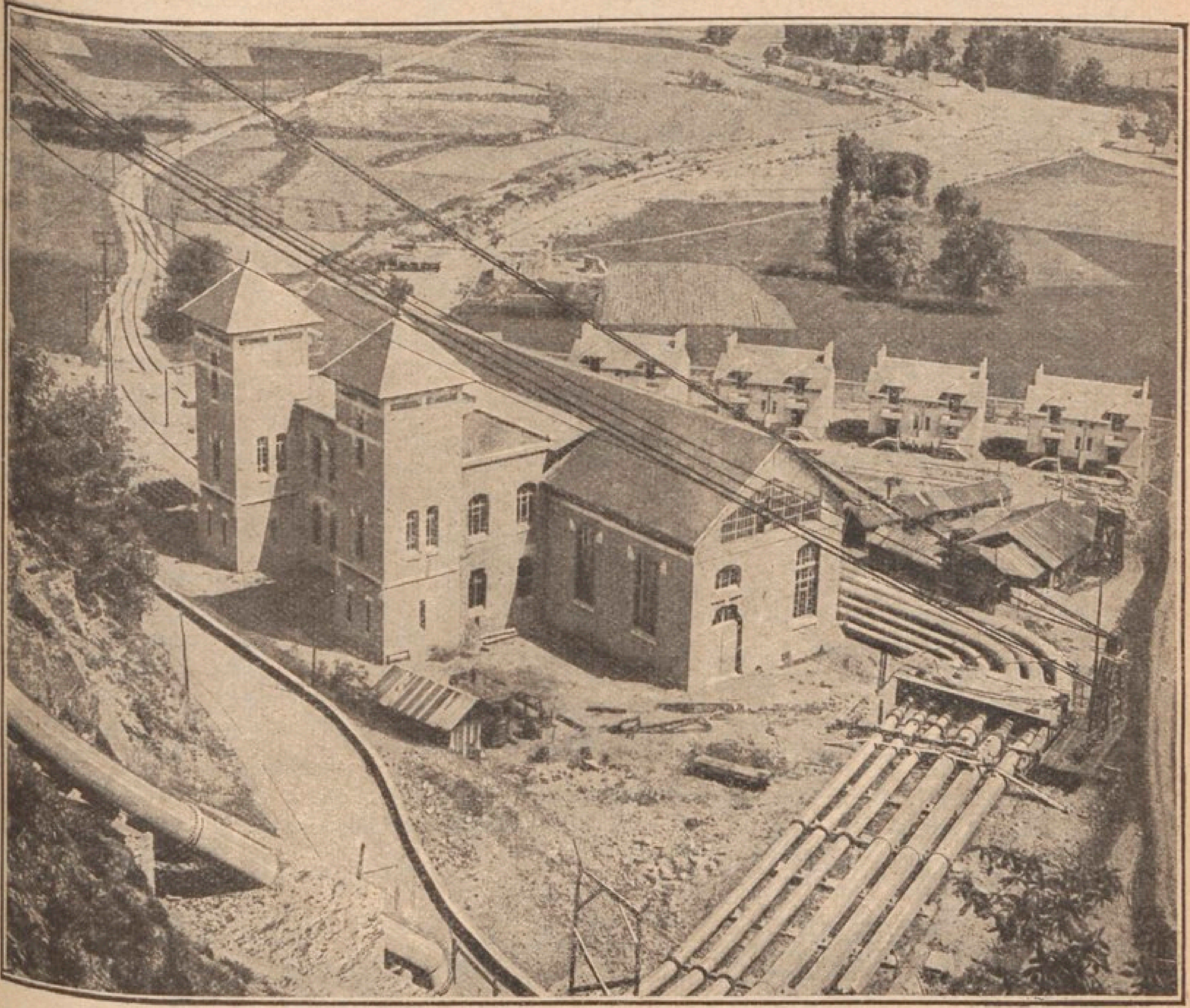


A L'USINE DE SOULOM, DE LA COMPAGNIE DES CHEMINS DE FER DU MIDI, LES EAUX PYRÉNÉENNES SONT AMENÉES PAR UNE REMARQUABLE CANALISATION QUE MONTRE NOTRE PHOTOGRAPHIE.

Nous avons dit que l'on songeait à utiliser la Mayenne pour réunir la Loire à l'Orne et à la Manche. Cette rivière, surtout en amont de Laval, où elle coule entre des coteaux rapprochés hauts d'une trentaine de mètres, doit être aussi aménagée pour une utilisation hydro-électrique. On supprimerait six petits barrages déversoirs et on les remplacerait par deux grands barrages de neuf mètres chacun ; en dessous de ces deux barrages producteurs d'énergie, on réserverait un certain nombre de petits biefs pour créer des bassins de compensation, afin de répartir utilement les eaux et de régulariser le débit pour le plus grand bien des usiniers de l'aval. Ce débit, en effet, de

l'étiage aux grandes crues, peut varier dans le rapport de un à cent ; il serait possible de l'amener à être, en hiver, de 40 mètres cubes par seconde en moyenne, et, en été, de 11 mètres cubes. Avec les 3.000.000 de mètres cubes maintenus par les deux grands barrages, les turbines installées pourront produire, aux barres de départ, une puissance de 6.200 kilowatts.

La Dordogne, qui se développe du Mont-Dore à Libourne, parcourt, à partir de Bort, dans le Cantal, 414 kilomètres sur le domaine public. Elle est, dans toute sa partie supérieure, fortement encaissée dans des massifs granitiques jusqu'à l'aval d'Argentat et se prête admirablement à l'aménagement hydraulique. Dans la basse Dordogne existent déjà des usines dont la plus importante est celle de Tuilière, à 15 kilomètres en amont de Bergerac ; une autre grande usine est en construction à Mauzac, deux autres à l'étude à Lalinde et à Bergerac. Dans le bassin de la haute Dordogne, des barrages vont être établis aux environs de Bort, à la Cellette, sur le Chavanon, et sur la Rhue, près d'Emboit, près de Sarran et près de Rochemont. Ces diverses chutes, variant de 60 à 345 mètres, alimenteront des usines qui fourniront une puissance moyenne de 96.000 chevaux. D'autre part, les barrages du Chambon, d'Argen-

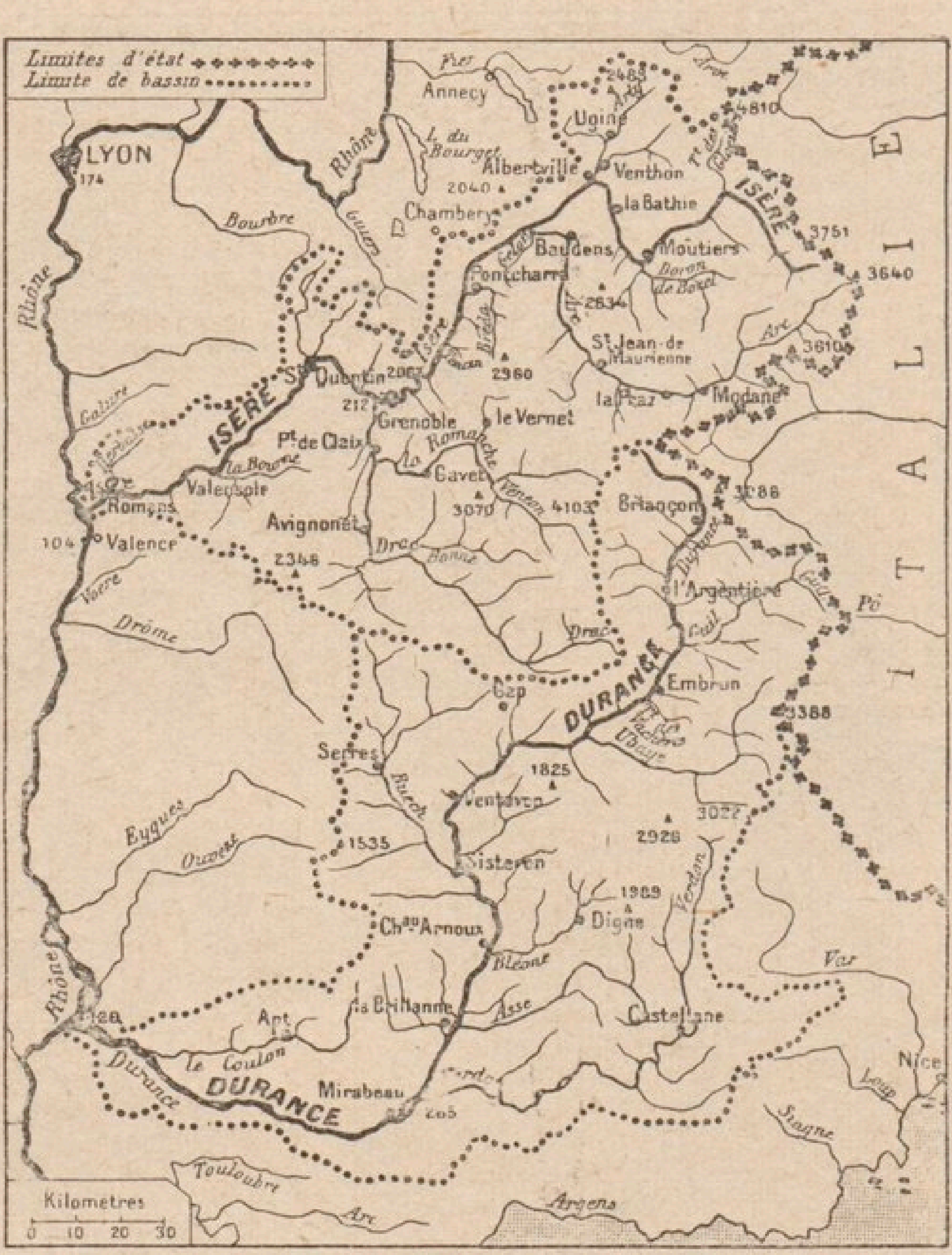


VUE GÉNÉRALE DE LA REMARQUABLE STATION HYDRO-ÉLECTRIQUE DE SOULOM

L'aménagement des rivières pour la captation des forces hydrauliques qui doivent contribuer notamment à l'électrification des chemins de fer, représente une somme de travaux considérable. Nous avons déjà dit plus haut ce que l'on demande au cours du Rhône depuis la frontière suisse jusqu'à Arles ; sa puissance disponible moyenne ressortira à plus de 750.000 chevaux. Les études dirigées par le Conseil supérieur des travaux publics pour d'autres grands cours d'eau, tels que la Dordogne, l'Isère et la Durance sont déjà extrêmement avancées.

tat et de Brivezac, sur la Dordogne, donneront encore 100.000 chevaux. D'autres affluents, la Vézère et la Diège, doivent fournir 75.000 chevaux. C'est donc, pour le bassin de la Dordogne, un total de 270.000 chevaux dont la compagnie d'Orléans utilisera une grande partie.

L'Isère, qui va fournir un chiffre également respectable de chevaux, part de l'altitude de 2.340 mètres pour finir dans le Rhône, entre Tain et Valence, après un parcours de 282 kilomètres, à la cote 107 mètres. Elle est classée dans le domaine public à partir d'Aigueblanche, soit sur une longueur de 216 kilomètres. Elle est grossie de tous les torrents descendus des glaciers alpins, puis coule dans la vallée du Graisivaudan, qui a été le berceau de la houille blanche en France, et, après Grenoble, longe le massif du Vercors et se jette enfin dans le Rhône. De nombreuses usines utilisent déjà le cours de l'Isère et de ses affluents, l'Arly, l'Arc, le Drac ; mais les travaux que l'on veut entreprendre comportent une quinzaine de barrages correspondant à autant d'usines qui produiront une puissance électrique de 273.000 kilowatts.

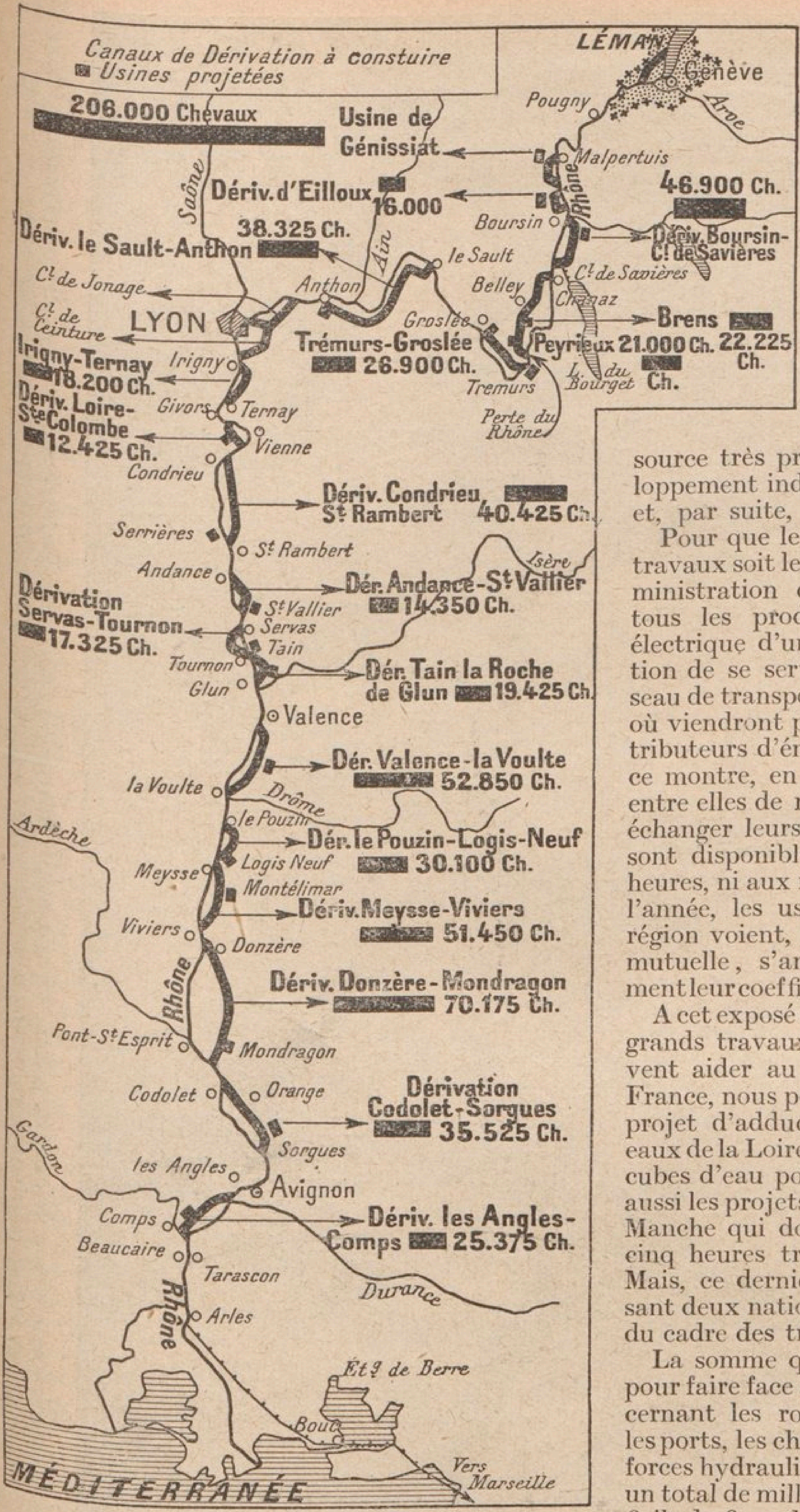


LE BASSIN DE L'ISÈRE ET DE LA DURANCE

Ces deux rivières, grossies des cours d'eau et des torrents venus des Alpes, produiront, grâce aux vingt-huit barrages qui vont être construits, une puissance électrique totale de 673.000 kilowatts.

La Durance, au régime encore plus torrentiel, parcourt plus de 350 kilomètres à travers les Hautes-Alpes, les Basses-Alpes et le Vaucluse. Pour en tirer parti, tant au point de vue industriel qu'au point de vue agricole, il importe de lui faire subir d'importants travaux de régularisation ; aussi va-t-on construire, au confluent de l'Ubaye et de la Durance, l'important barrage de Serre-Ponçon qui donnera naissance à un réservoir susceptible de contenir 580 millions de mètres cubes, c'est-à-dire une quantité d'eau capable, à la fois, de régulariser la rivière et de fournir à la Provence toute l'eau nécessaire à ses irrigations. Treize barrages sont prévus sur le cours de la Durance : Embrun, Savines, Serre-Ponçon, Curbans, Poët-Sisteron, Lurs, Sainte-Tulle, Mirabeau, Meyrargues, Saint-Christophe, Mallemort, Orgon et Cabannes, qui doivent donner une puissance électrique de plus de 400.000 hectowatts.

Ces chiffres font ressortir les résultats considérables qui peuvent être tirés de cet aménagement au point de vue industriel. Les transports à grande distance pour distribution d'énergie, de lumière dans les grands centres du Sud-Est, prendront une nouvelle extension ; d'autre part, la création, sur place, de grandes usines (métallurgie, produits chimiques, etc..,) utilisant à proximité de la source certaine partie de l'énergie ainsi recueillie, assurera le développement des régions correspondantes jusqu'ici peu industrielles et qui, parfois, se prêtaient médiocrement, de par leur situation géographique, à l'exploitation agricole. Enfin, à ce dernier point de vue, la création de



L'AMÉNAGEMENT DU COURS DU RHONE

On se propose d'obtenir un total de 765.000 chevaux de force.

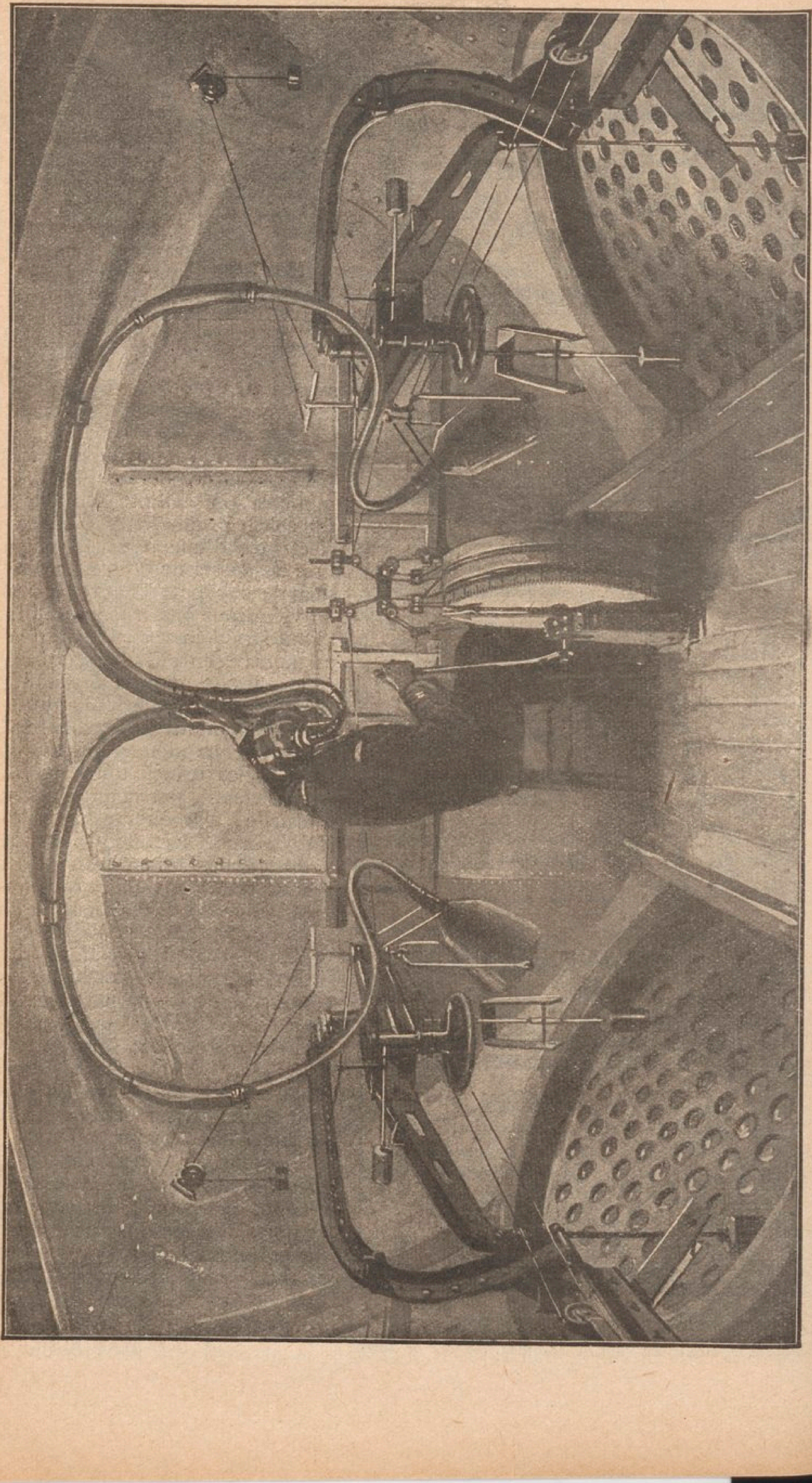
dérivations, la régularisation de la rivière, l'abondance d'énergie disponible faciliteront les irrigations et permettront d'affecter à la culture des terrains considérables jusqu'ici inutilisables, faute d'arrosage. Il y a donc dans l'aménagement de la rivière une source très productive de développement industriel et agricole, et, par suite, de prospérité

Pour que le rendement de ces travaux soit le plus complet, l'administration compte imposer à tous les producteurs d'énergie électrique d'une région l'obligation de se servir d'un même réseau de transport à haute tension où viendront puiser tous les distributeurs d'énergie. L'expérience montre, en effet, que, reliées entre elles de manière à pouvoir échanger leurs excédents qui ne sont disponibles ni aux mêmes heures, ni aux mêmes époques de l'année, les usines d'une même région voient, par compensation mutuelle, s'améliorer notablement leur coefficient d'utilisation.

A cet exposé du programme des grands travaux publics qui doivent aider au relèvement de la France, nous pourrions ajouter le projet d'adduction à Paris des eaux de la Loire, 1.200.000 mètres cubes d'eau potable par jour, et aussi les projets du tunnel sous la Manche qui doit mettre Paris à cinq heures trente de Londres. Mais, ce dernier travail intéressant deux nations sort forcément du cadre des travaux prévus.

La somme qui sera consacrée pour faire face aux dépenses concernant les routes, les canaux, les ports, les chemins de fer et les forces hydrauliques représentera un total de milliards qu'il est difficile de fixer dès à présent, mais qu'on peut prévoir très élevé.

A. LE MAZURIER.



LORSQU'UN SOUS-MARIN ENNEMI CROYAIT AVOIR, EN PLONGEANT, ÉCHAPPÉ AUX NAVIRES DE PATROUILLE, CEUX-CI LE SUIVAIENT ENCORE A LA TRACE ET FINISSAIENT SOUVENT PAR LE DÉTRUIRE, GRACE A L'APPAREIL D'ÉCOUTE INVENTÉ PAR LE COMMANDANT WALSER

LE PROBLÈME ET L'AVENIR DE L'ÉCOUTE SOUS-MARINE

Par le Capitaine de Vaisseau de L***

Le son se propage dans l'eau à la vitesse d'environ 1.450 mètres par seconde, c'est-à-dire quatre à cinq fois plus vite que dans l'air (340 mètres par seconde). Quoiqu'on n'ait pas fait d'expériences comparatives précises, à égalité d'intensité de bruit émis, la portée d'audition dans l'eau est considérablement plus grande que dans l'air. On vient, par exemple, de constater dans la Manche que le bruit de l'explosion d'une grenade sous-marine de 15 kilos d'explosifs peut être entendu fortement dans les hydrophones, à 125 milles, c'est-à-dire à 230 kilomètres de la source du son.

Or, c'est un fait constaté depuis longtemps qu'un navire en marche émet dans l'eau un bruit cadencé. Bien qu'on ne s'accorde pas exactement sur la cause de ce bruit, soit qu'il provienne directement de l'agitation de l'eau provoquée par l'hélice, soit qu'il ait son origine dans les vibrations de la coque entière, vibrations dues au frottement de l'arbre sur le palier de butée, c'est un fait que la cadence du bruit correspond au nombre de tours de l'hélice. Le sous-marin en plongée n'échappe pas à cette règle. Comme sa propriété de se dissimuler sous les eaux met le sens de la vue en défaut, il est donc venu immédiatement à l'esprit d'utiliser le sens de l'ouïe pour lui faire échec. C'est pourquoi le problème de l'écoute sous-marine, qui, comme tant d'autres questions, avait été à peu près négligé avant la guerre, a pris, pendant les hostilités, une importance capitale.

Dans tous les pays alliés, savants et inventeurs rivalisèrent de travail et d'ingéniosité pour réaliser l'appareil d'écoute idéal, et c'est ainsi que de nombreux « hydrophones » des types les plus divers virent le jour.

M. LE CAPITAINE DE CORVETTE WALSER

Le commandant Walser est l'inventeur du meilleur instrument d'écoute sous-marine qui ait été conçu pendant la guerre.

L'oreille est, de beaucoup, le microphone le plus parfait, sous le rapport de la sensibilité et de la fidélité. Là où elle peut être placée, on ne gagne rien, bien au contraire, à utiliser comme intermédiaire un instrument quel qu'il soit. Mais l'oreille est faite pour écouter dans l'air. Pour lui permettre de recueillir un bruit transmis par l'eau, il est donc nécessaire d'avoir recours à un intermédiaire, c'est-à-dire à un hydrophone.

L'hydrophone comporte essentiellement un diaphragme approprié qui, au contact de l'eau, enregistre les vibrations de celle-ci. Les vibrations du diaphragme sont à leur tour transmises à distance à l'oreille, soit directement par l'air, au moyen d'un tuyau, par exemple, soit électriquement d'après le principe du microphone et aussi celui du téléphone.

D'où deux types principaux d'appareils :

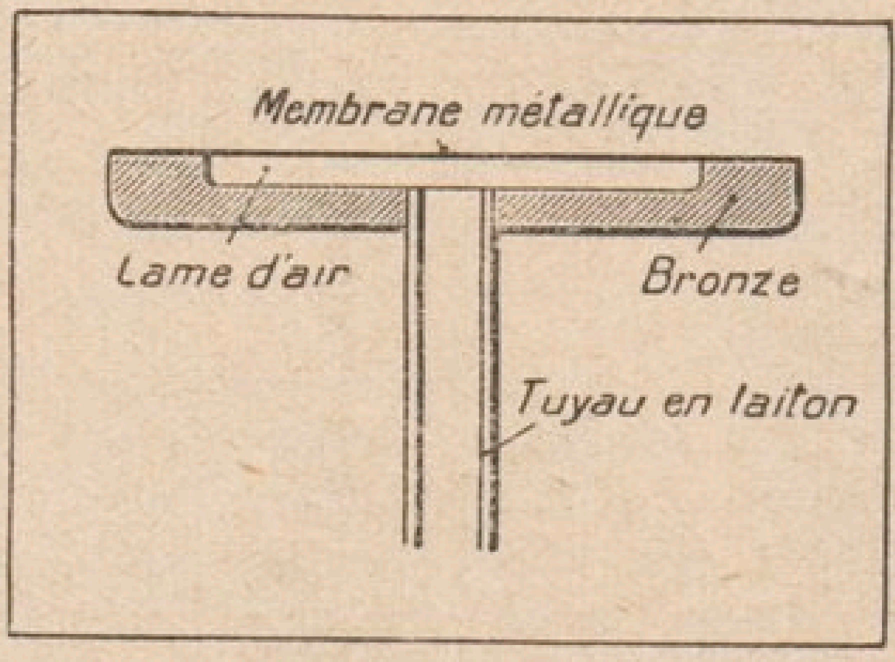
1° *Les appareils à écoute directe ;* 2° *Les appareils microphoniques*, ceux-ci évidemment plus compliqués que les premiers.

Dans les appareils à écoute directe, le diaphragme sépare l'eau de l'air. Les vibrations qu'il transmet de l'eau à l'air sont amenées à l'oreille par un tuyau acoustique. Il importe que la section du tuyau soit constante, car tout raccordement, même conique, a une influence nuisible. On est donc amené à réaliser une boîte étanche dont le diaphragme forme l'une des faces et dont la face opposée est percée d'un trou central du diamètre du tuyau et auquel celui-ci vient aboutir. Or, on n'a pas tardé à reconnaître que l'épaisseur de la lame d'air ainsi ménagée derrière le diaphragme avait une

grande importance, et on vérifia expérimentalement que plus la lame d'air était mince, plus les résultats obtenus étaient bons.

Comme d'habitude, la théorie a ensuite montré que ce résultat pouvait être prévu.

Nous arrivons ainsi à l'instrument remarquablement simple auquel M. Broca, son auteur, a donné le nom de stéthoscope. Le diaphragme est une membrane métallique et l'appareil est à peu près aussi sensible aux bruits sous-marins que n'importe quel microphone.

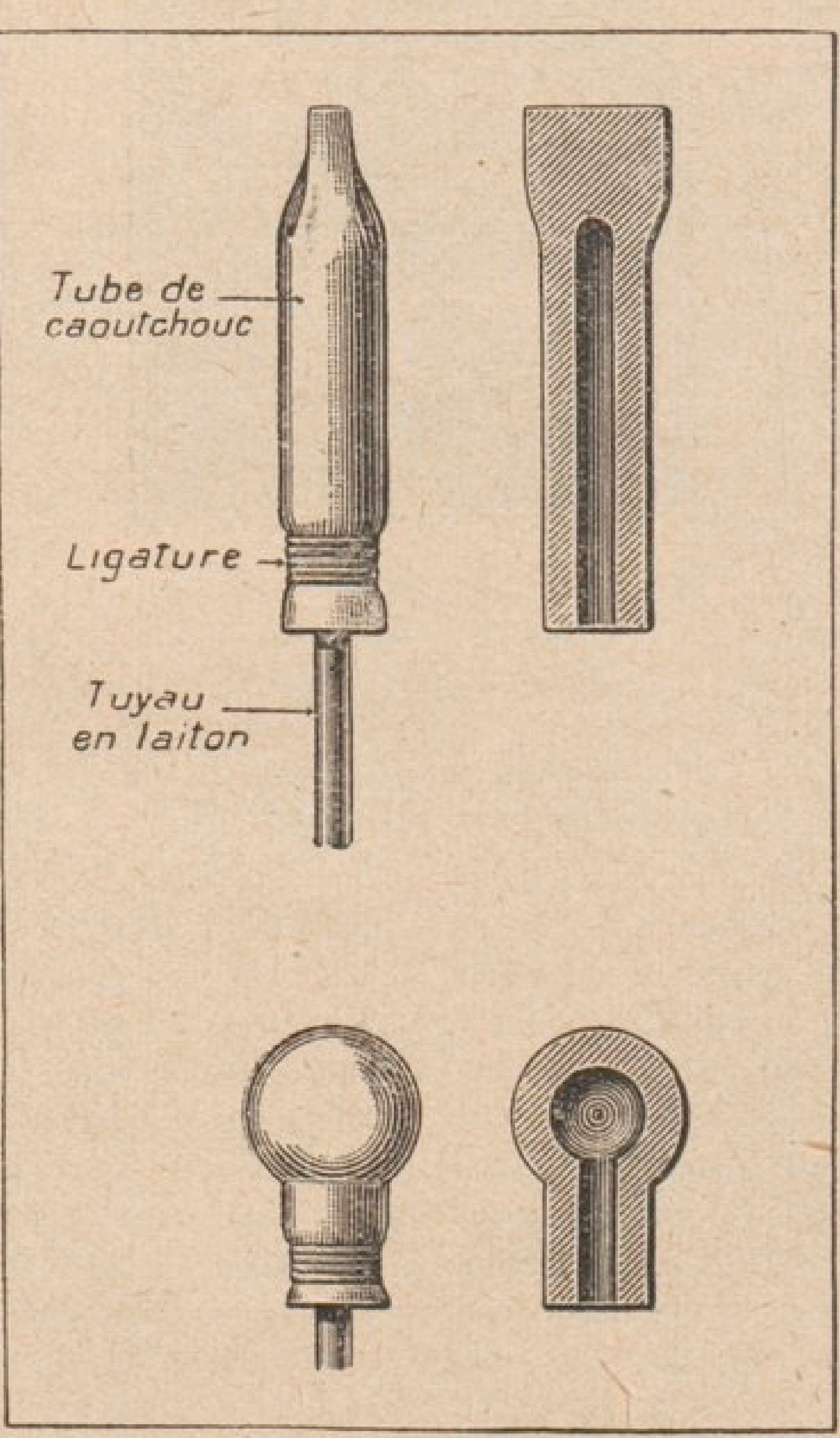


LE STÉTHOSCOPE DE M. BROCA

Cet appareil, extrêmement simple, est pourtant aussi sensible que la plupart des microphones connus.

Le tube *C* américain lui est proche parent, à cette différence près que le diaphragme est en caoutchouc au lieu d'être métallique. Cet appareil est formé d'un bout de tube en caoutchouc assez épais pour éviter l'écrasement sous la pression de l'eau. Le tube est fermé à une extrémité et emmanché sur le tuyau métallique collecteur. On a aussi employé des poires en caoutchouc de plus ou moins grand diamètre, mais on a fini par arriver à la même conclusion qu'en France, à savoir, qu'il y avait toujours intérêt à diminuer le volume d'air intérieur.

Le tube *C* s'est montré pratiquement supérieur au stéthoscope Broca, en ce sens que tout en étant aussi sonore, il est plus fidèle. Cela tient à la supériorité du diaphragme en caoutchouc sur la membrane métallique, qui a toujours, quoi qu'on fasse, une tonalité propre, apte à dénaturer le timbre des bruits perçus.



LE TUBE « C » DES AMÉRICAINS

Grâce à son diaphragme en caoutchouc, cet instrument est sensiblement plus fidèle que le stéthoscope de M. Broca.

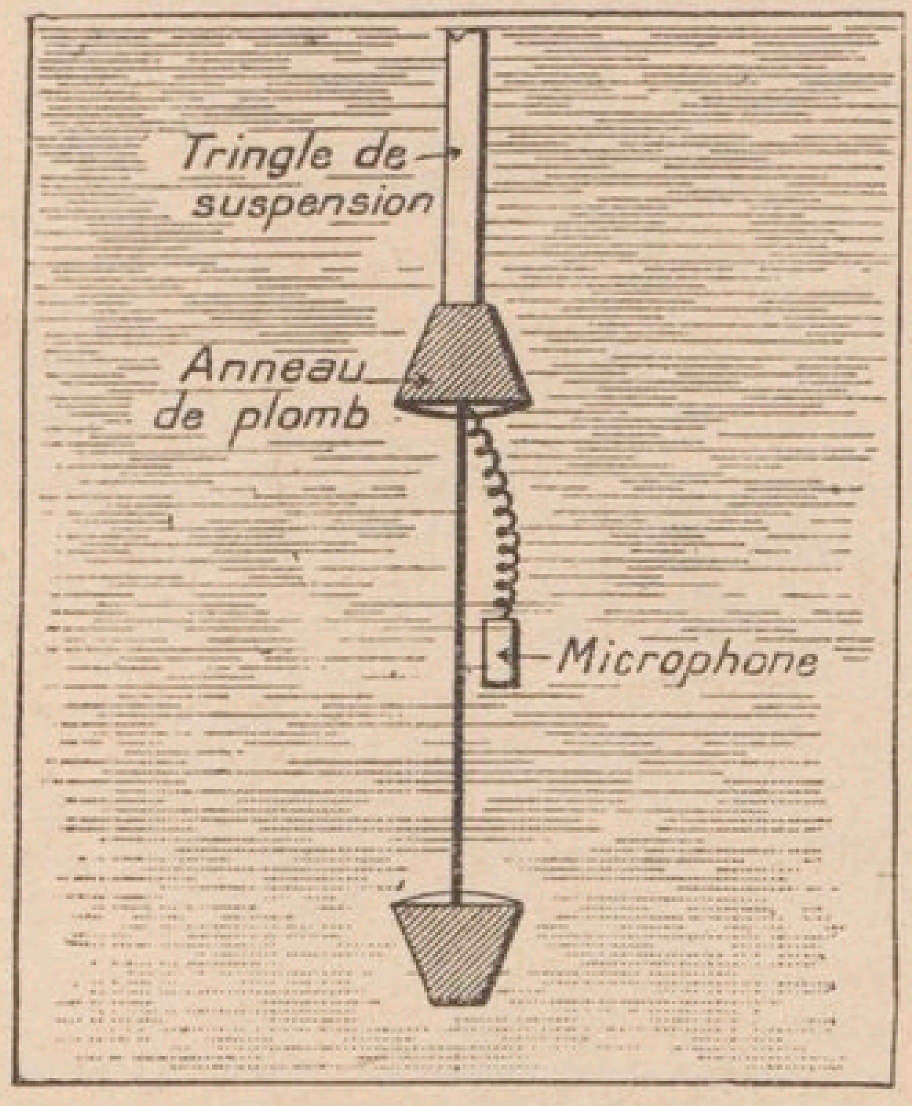
Il faut rendre aux Américains cette justice que la découverte de cette intéressante propriété du caoutchouc est le résultat de leurs recherches.

Les appareils microphoniques comportent, presque tous, un microphone placé au centre d'un diaphragme séparant l'eau de l'air. Ils ne diffèrent guère que par la nature du diaphragme. Celui-ci est tantôt métallique (appareil Perrin), tantôt en bois (appareil Fauchet-Loth) ou bien en caoutchouc (tube *C* américain).

L'hydro-microphone anglais présente cette particularité que la membrane métallique est en contact avec l'eau sur ses deux faces. Cet instrument permet de trouver le relèvement de la source sonore, car l'intensité du son passe par un minimum nul lorsque la membrane est parallèle à la direction du bruit et par un maximum lorsqu'elle lui est perpendiculaire. Cependant, il y a indétermination entre deux directions opposées, à moins qu'on ne place un écran approprié devant l'une des faces de la membrane.

Rien de semblable ne se présente avec un diaphragme qui n'est en contact avec l'eau que par une de ses faces. Si le diaphragme est de petites dimensions par rapport à la longueur d'onde du son dans l'eau, ce qui est toujours pratiquement le cas, l'oreille ne perçoit aucune différence d'intensité, que la direction du son soit normale ou tangentielle. Il importe de se rappeler ce phénomène, assez étonnant à première vue, pour bien comprendre le

fonctionnement de l'appareil Walser, que nous examinerons un peu plus loin.



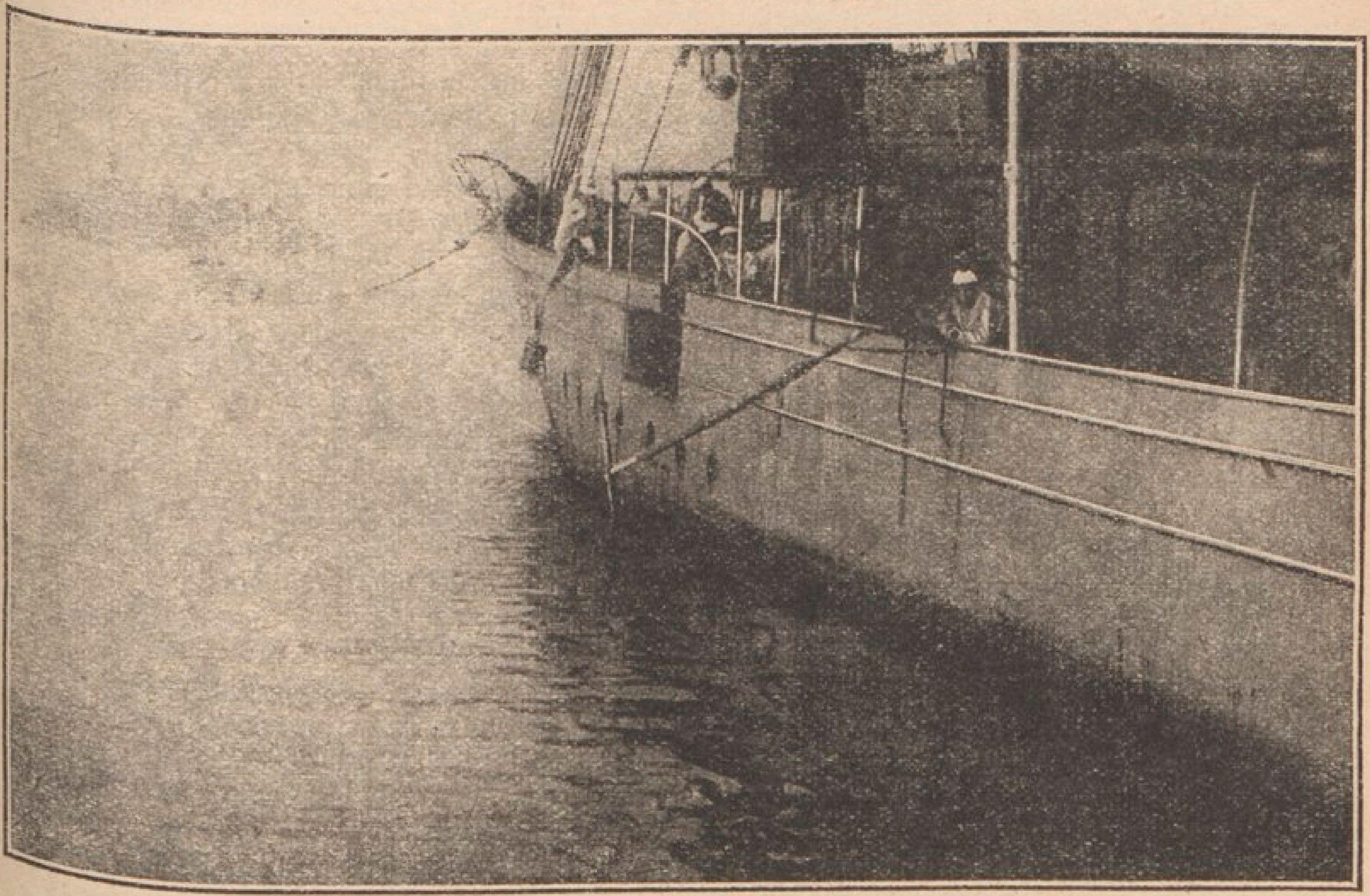
HYDRO-MICROPHONE ANGLAIS

On peut, avec cet instrument, trouver le relèvement de la source sonore, car le microphone est orientable.

Le microphone en lui-même n'a rien d'inédit. C'est une petite boîte contenant une grenaille de matière conductrice intercalée dans le circuit d'une pile. Le plus employé dans les hydrophones est celui qui est connu dans le commerce sous le nom de « solid back ». On a également essayé des hydrophones électromagnétiques. Le courant sinusoïdal qui actionne le téléphone, au lieu de résulter des variations de résistance du microphone quand le diaphragme vibre, est alors induit par les oscillations d'un cylindre métallique léger dans l'entre-fer annulaire d'un électro-aimant; le cylindre est, bien entendu, relié à la membrane.

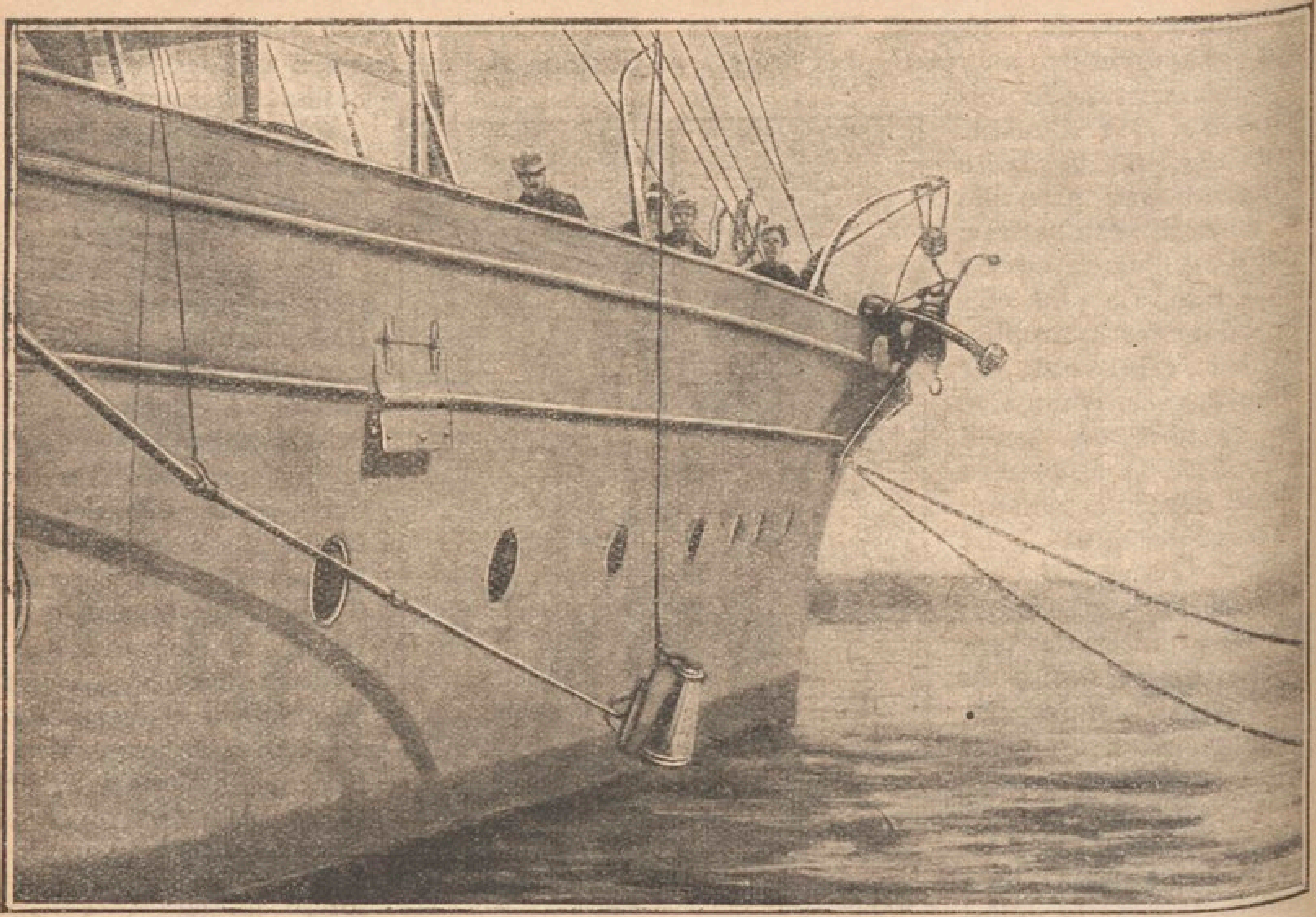
L'appareil du lieutenant de vaisseau Guiraud, basé sur ce principe, a donné des résultats intéressants. Avec le secours d'un amplificateur, il s'est montré très sensible, mais, malheureusement, très troublé par les bruits parasites (défaut presque inévitable dès qu'on emploie un amplificateur).

Les appareils microphoniques présentent sur les appareils à écoute directe l'avantage de permettre à l'observateur de s'installer à l'endroit le plus commode, à n'importe quelle distance de l'appareil immergé. Si l'on emploie un appareil à écoute directe, au contraire, la longueur du tuyautage est limitée par le fait que l'absorption du son est proportionnelle à la longueur du tuyau. Le microphone s'impose donc pour les réseaux d'appareils de fond, immergés à demeure devant les ports ou dans les passes, de même que pour les appareils traînés en remorque. Toutes choses égales d'ailleurs,



MISE A L'EAU, A BORD D'UN NAVIRE DE PATROUILLE, D'UN TUBE « C » AMÉRICAIN

L'appareil se présente sous la forme d'un T renversé dont les deux petites branches sont munies chacune d'un diaphragme en caoutchouc. Le tube est emmanché sur le tuyau collecteur.



L'APPAREIL DE M. J. PERRIN RÉALISE UNE SORTE DE CORNET ACOUSTIQUE SOUS-MARIN

L'éminent professeur a placé son hydro-microphone au sommet d'un cône en plomb.

l'hydro-microphone est peut-être légèrement plus sensible que l'appareil à écoute directe ; par contre, il est moins fidèle et moins robuste; on peut également lui reprocher d'être généralement moins sûr.

Nous avons vu que l'appareil d'écoute élémentaire ne donne pas, en général, la notion de la direction d'un bruit (l'hydrophone anglais mis à part). Pour obtenir le relèvement du bruit écouté, on a généralement recours à un procédé très simple, connu sous le nom de procédé binauriculaire. Si l'on relie deux éléments identiques, à écoute directe, par une traverse d'une longueur d'au moins un mètre; si l'on met ces deux éléments en communication, l'un avec l'oreille droite, l'autre avec l'oreille gauche, par des tuyaux de longueurs égales, et que l'on fasse pivoter horizontalement la traverse, on a, au moment où cette dernière franchit la perpendiculaire à la direction du bruit écouté, l'impression que le son passe d'une oreille à l'autre. C'est le même effet physiologique que nous procure, dans l'air, notre sens de l'ouïe. Un observateur exercé arrive à noter l'instant du passage avec assez de précision pour obtenir la direction, en relevant l'orientation de l'appareil à cet instant, avec une approximation qui est, en moyenne, de 5 à 10 degrés.

Le tube *C* américain dérive de l'application du procédé binauriculaire. L'appareil complet se présente sous la forme d'un *T* renversé. Les deux tuyaux, après avoir couru parallèlement le long de la grande branche, se séparent ensuite pour aboutir chacun à l'extrémité d'une des petites branches de l'élément décrit plus haut. Ce procédé est applicable aux appareils microphoniques, à condition d'employer des membranes vibrantes aussi atoniques que possible et des microphones ayant les mêmes caractéristiques.

Au lieu de rendre la traverse mobile, on peut la laisser stationnaire dans une position horizontale, mais faire varier la longueur relative des tuyaux au moyen de coulisses, par exemple. Le tube *C*, d'ailleurs, a donné lieu, comme tous les appareils expérimentés et mis au point pendant les hostilités, à une multitude de variantes ayant en vue la recherche de la construction la plus pratique. La sensation du passage d'une oreille à l'autre s'obtient lorsque la différence de longueur des deux tuyaux est telle qu'il y a concordance de phase entre les ondes qui parviennent simultanément aux deux

oreilles (1). On peut alors lire le gisement de la source sonore, par rapport à la traverse, sur une graduation appropriée portée par le « compensateur ».

Ce dispositif se retrouve sur le tube K américain, où les oreilles sont reliées aux deux téléphones par des tuyaux acoustiques et par l'intermédiaire d'un compensateur.

Un procédé tout à fait différent pour obtenir la direction a été employé par M. Jean Perrin. Cet éminent professeur a placé son hydro-microphone au sommet d'un cône en plomb réalisant une sorte de cornet acoustique sous-marin. L'intensité du son présente un maximum lorsque l'ouverture du cône est dirigée vers la source et, chose étonnante à première vue, un second maximum, plus faible toutefois, pour l'orientation opposée. Cependant, ce procédé n'est pas très précis, car le maximum est peu marqué ; on ne l'a donc pas retenu.

LE QUART AUX MICROPHONES A BORD D'UN SOUS-MARIN

Les appareils précédemment décrits présentent tous l'inconvénient suivant : quand plusieurs bruits se font entendre simultanément, il est impossible de les distinguer et on ne peut isoler, et encore difficilement, que le plus intense d'entre eux. Aussi, dans la recherche d'un sous-marin, est-il nécessaire, pendant les périodes d'écoute, de stopper complètement les machines (y compris généralement les machines auxiliaires) non seulement du bâtiment écouteur, mais encore des navires voisins. Les appareils remorqués n'échappent pas eux-mêmes à cette règle, bien qu'ils offrent l'avantage (compensé d'ailleurs, en partie, par d'autres inconvénients), de permettre l'écoute quand le navire remorqueur a encore un peu d'erre après stoppage des machines.

Mais imaginons un appareil permettant d'explorer auditivement tout l'horizon, qui ne perçoive à chaque instant que les bruits provenant de la direction vers laquelle il écoute ; non seulement il sera capable de distinguer et de situer plusieurs navires en marche dans des azimuts différents, mais, de plus, il s'affranchira, dans une certaine mesure, des bruits parasites provoqués par la propulsion du navire écouteur (bruits des machines, de l'hélice, du sillage), c'est-à-dire qu'il sera utilisable en marche, au moins à vitesse réduite. Ces conditions ont été réalisées, pour la première

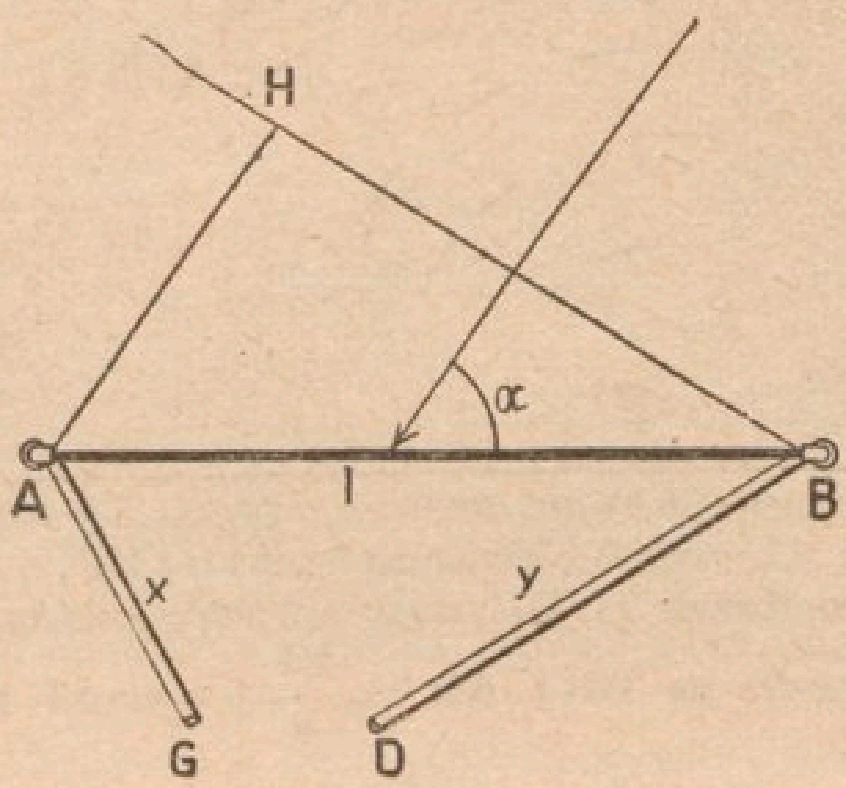
(1) Soit $A B$ la traverse de longueur l.

$B H$ une onde sonore aquatique d'incidence α.

Soit V la vitesse du son dans l'eau
» v » » l'air.

Soient x et y les longueurs des 2 tuyaux $A G$ et $B D$.

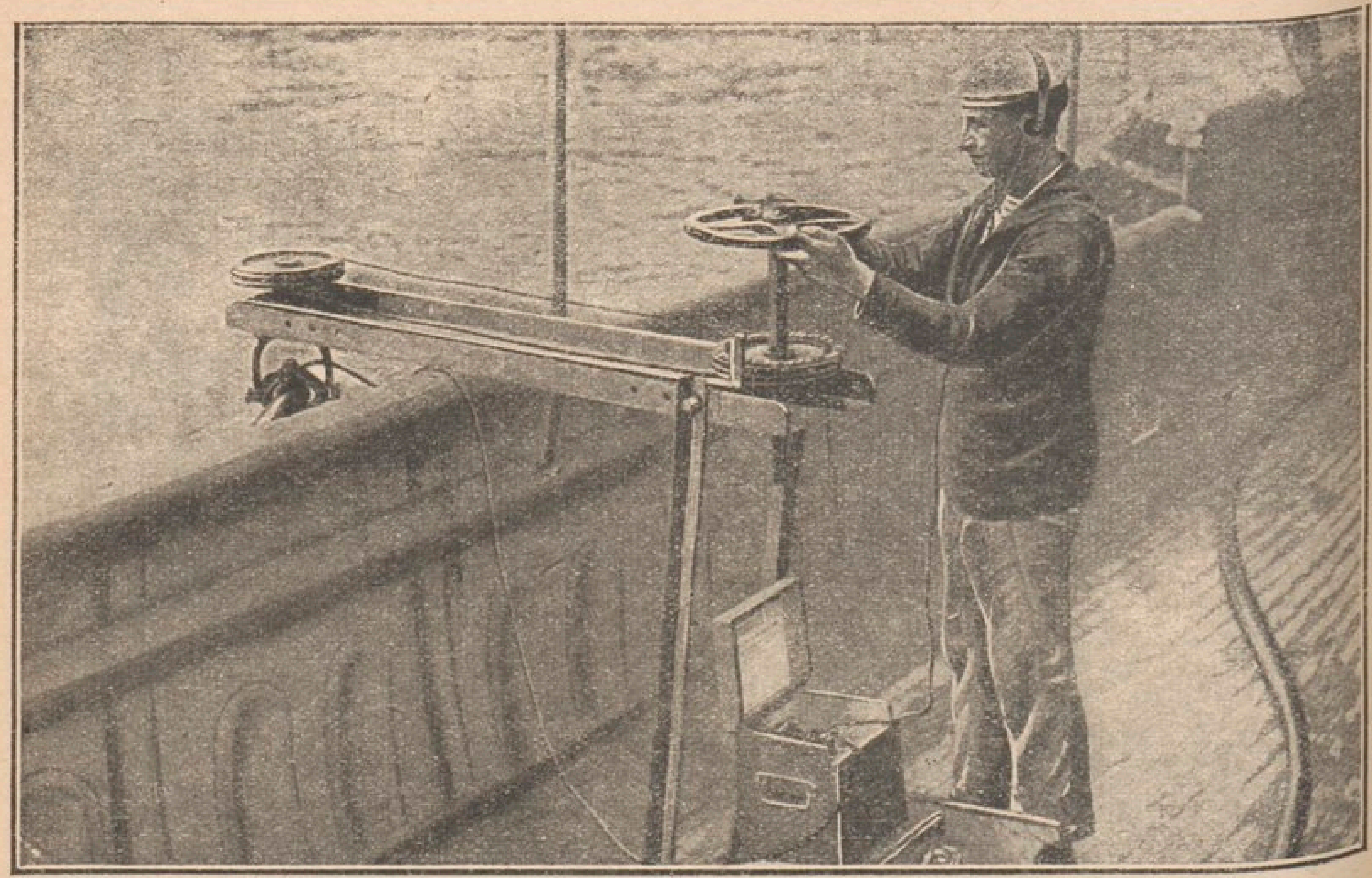
Les phases sont évidemment identiques en B et en H ; pour qu'elles le soient encore en G et en D, il faut que les temps mis par le son à parcourir les chemins $H A G$ et $B D$ soient égaux, c'est-à-dire qu'on doit avoir :



$$\frac{A H}{V} + \frac{A G}{v} = \frac{B D}{v}$$

ou $$\frac{l \cos \alpha}{V} + \frac{x}{v} = \frac{y}{v}$$

où enfin $y - x = l \cos \alpha \times \frac{v}{V}$

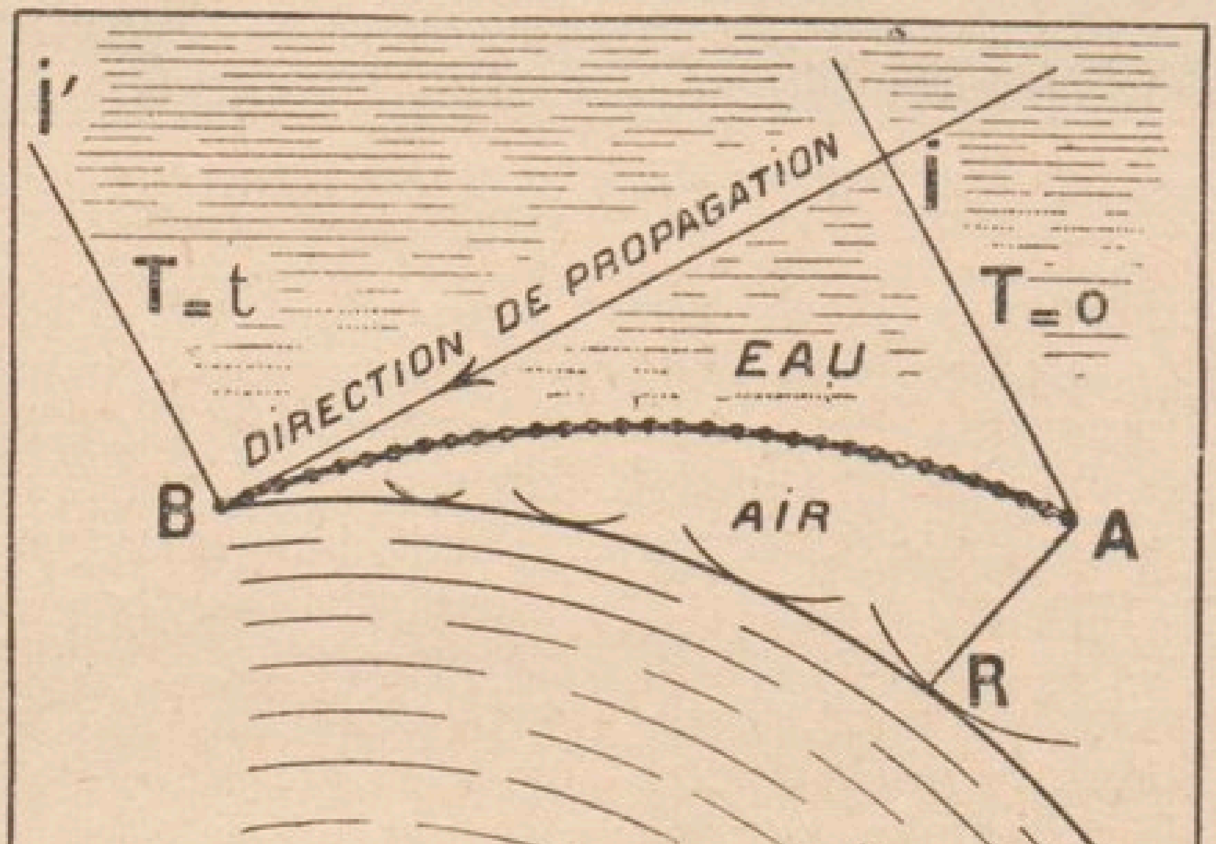


RECHERCHE DU MAXIMUM DE SON POUR LE RELÈVEMENT DE LA SOURCE SONORE

fois, par l'appareil Walser, qui, bien que n'ayant pu entrer en service effectif dans la marine française que dans la dernière période de la guerre, a enregistré à son actif plusieurs beaux succès dans la chasse aux sous-marins ennemis.

Cet appareil représente un dioptre acoustique, c'est-à-dire qu'il réfracte et condense en un foyer, dans l'air, une onde sonore aquatique tombant sur sa surface.

Supposons que de petits diaphragmes, répartis sur une surface assez grande et voisins les uns des autres obturent des orifices pratiqués dans le bordé du navire, sous la flottaison. Chacun de ces diaphragmes, impressionné par les vibrations de l'eau, agira dans l'air, à l'intérieur du navire, comme une source sonore, c'est-à-dire comme un centre d'émission d'ondes sphériques. Toutes ces ondes sphériques élémentaires interfèreront, d'après le principe d'Huyghens, pour donner lieu à une onde résultante qui sera leur enveloppe commune. Tout se passera comme si la coque, devenant transparente au son, celui-ci se réfractait régulièrement en passant de l'eau dans l'air. La vitesse du son

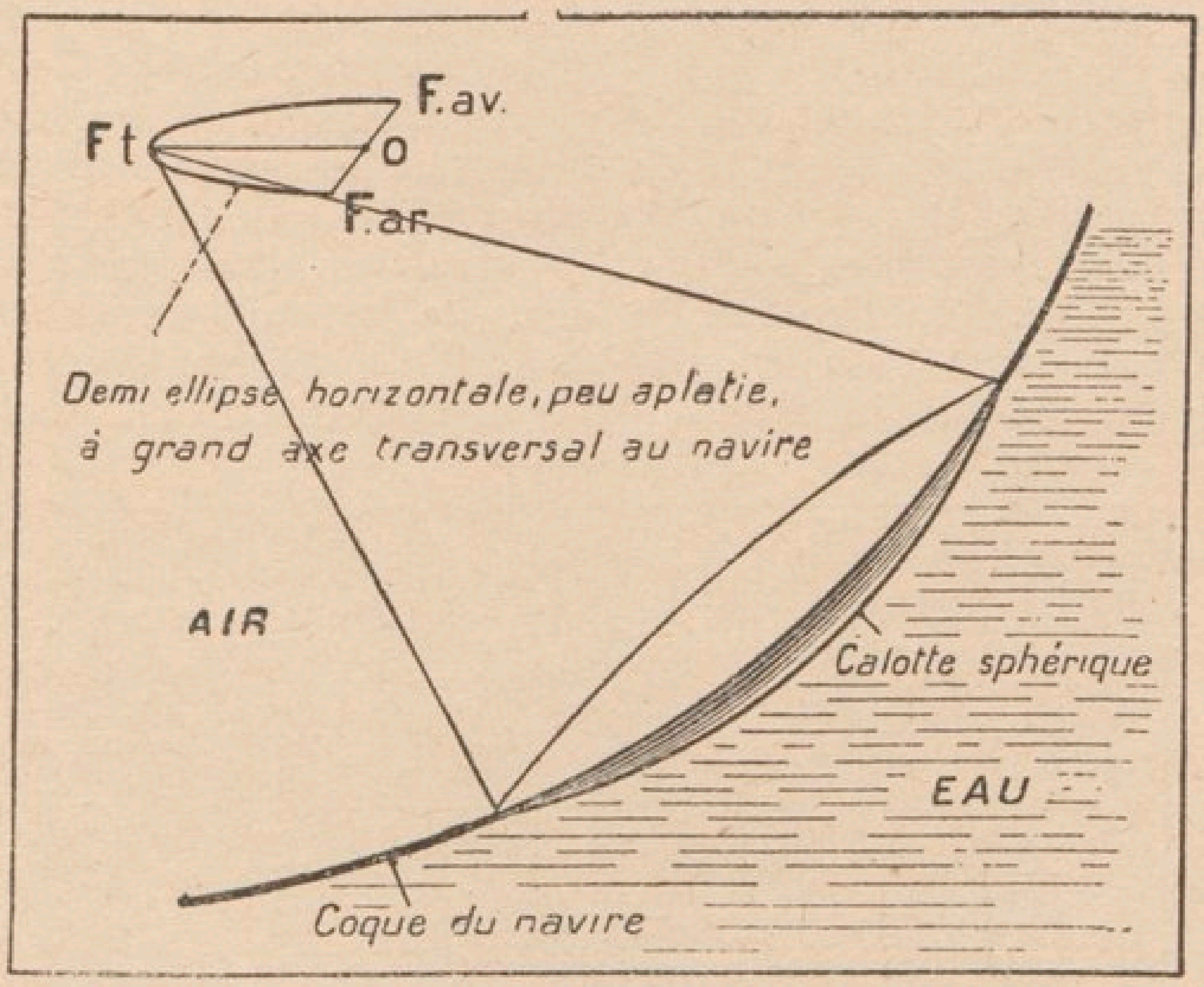


AB, *surface sphérique avec diaphragme séparant l'eau de l'air;* AI, *onde incidente au temps* o ; BI', *onde incidente au temps* t ; BR, *onde réfractée au temps* t ; F, *foyer, centre de* BR ; AR $= \frac{\text{BI}}{4}$ *(appareil Walser).*

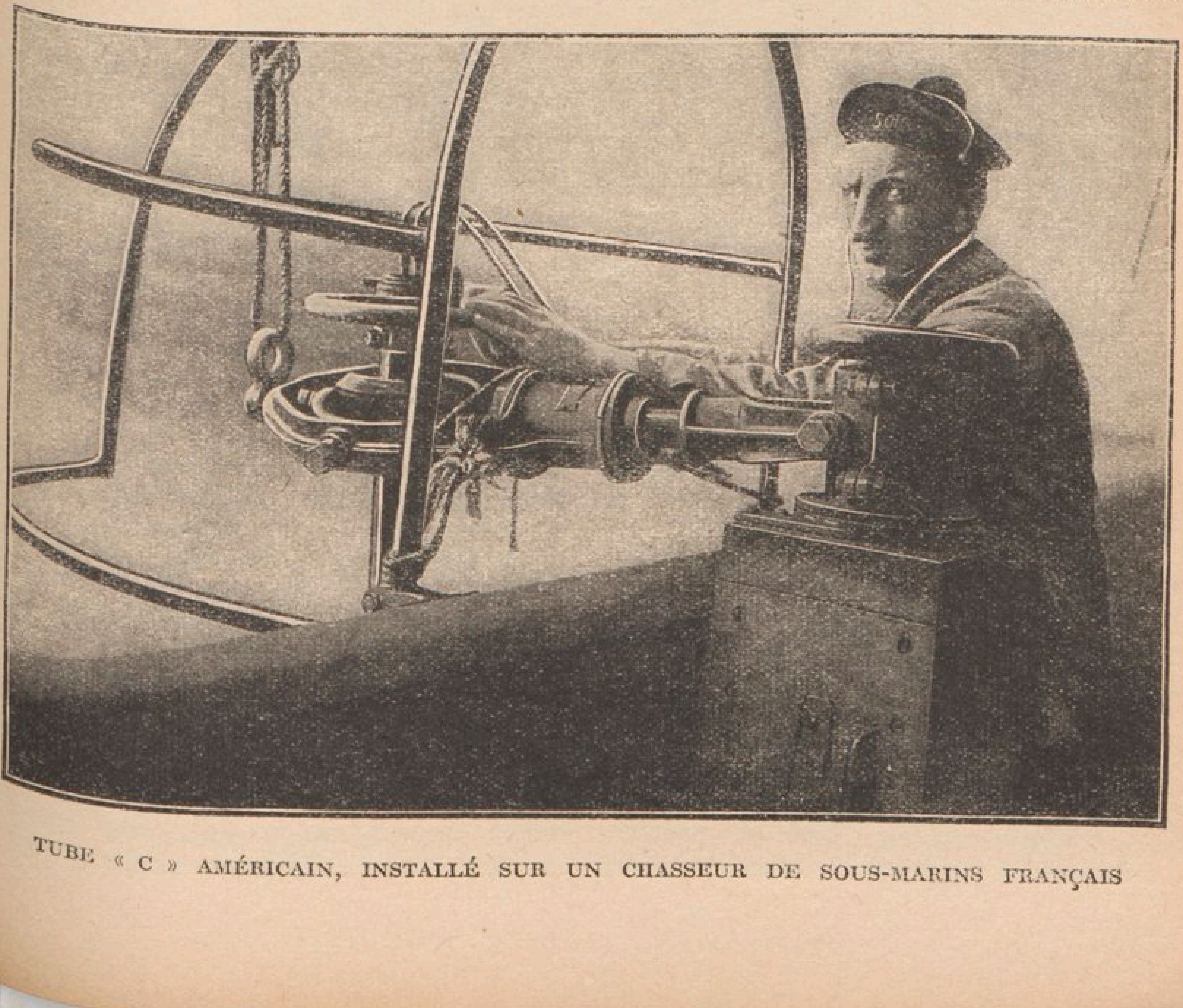
étant plus faible dans l'air que dans l'eau, le rayon réfracté se rapproche de la normale, et il n'y a donc pas de réflexion totale.

D'autre part, nous avons dit qu'un diaphragme, séparant l'eau de l'air, est impressionné sensiblement avec la même intensité que l'incidence soit tangente ou normale. Il s'ensuit que, même un bruit venant des directions de l'avant ou de l'arrière du navire, pénétrera sans atténuation à l'intérieur, en suivant les lois géométriques de la réfraction. Si la surface de séparation ainsi constituée entre l'eau et l'air est sphérique et tourne sa convexité vers l'eau, l'onde réfractée sera sensiblement sphérique et convergente, c'est-à-dire qu'elle se condensera en un foyer. Toutefois, ce foyer ne se révélera d'une façon précise que par un maximum d'intensité, très net d'ailleurs, à cause de l'importance des phénomènes de diffraction, dans le cas des ondes sonores.

Il est facile de voir, au moyen d'une épure, qu'il y aura un foyer caractéristique pour chaque relèvement de la source sous-marine suffisamment éloignée, que ce foyer sera situé sur le diamètre



Ft, est le foyer pour la direction transversale; F. av. et F. ar., sont les foyers pour les directions de l'avant et de l'arrière respectivement; il y a donc un foyer caractéristique pour chaque relèvement de la source sonore (appareil Walser).



TUBE « C » AMÉRICAIN, INSTALLÉ SUR UN CHASSEUR DE SOUS-MARINS FRANÇAIS

de la sphère parallèle à ce relèvement et que le lieu des foyers sera sensiblement une demi-ellipse située dans le plan diamétral horizontal. Cette demi-ellipse a le même centre que la sphère; son demi-grand axe est transversal; il est dirigé vers l'intérieur du navire et légèrement inférieur au tiers du rayon de la sphère.

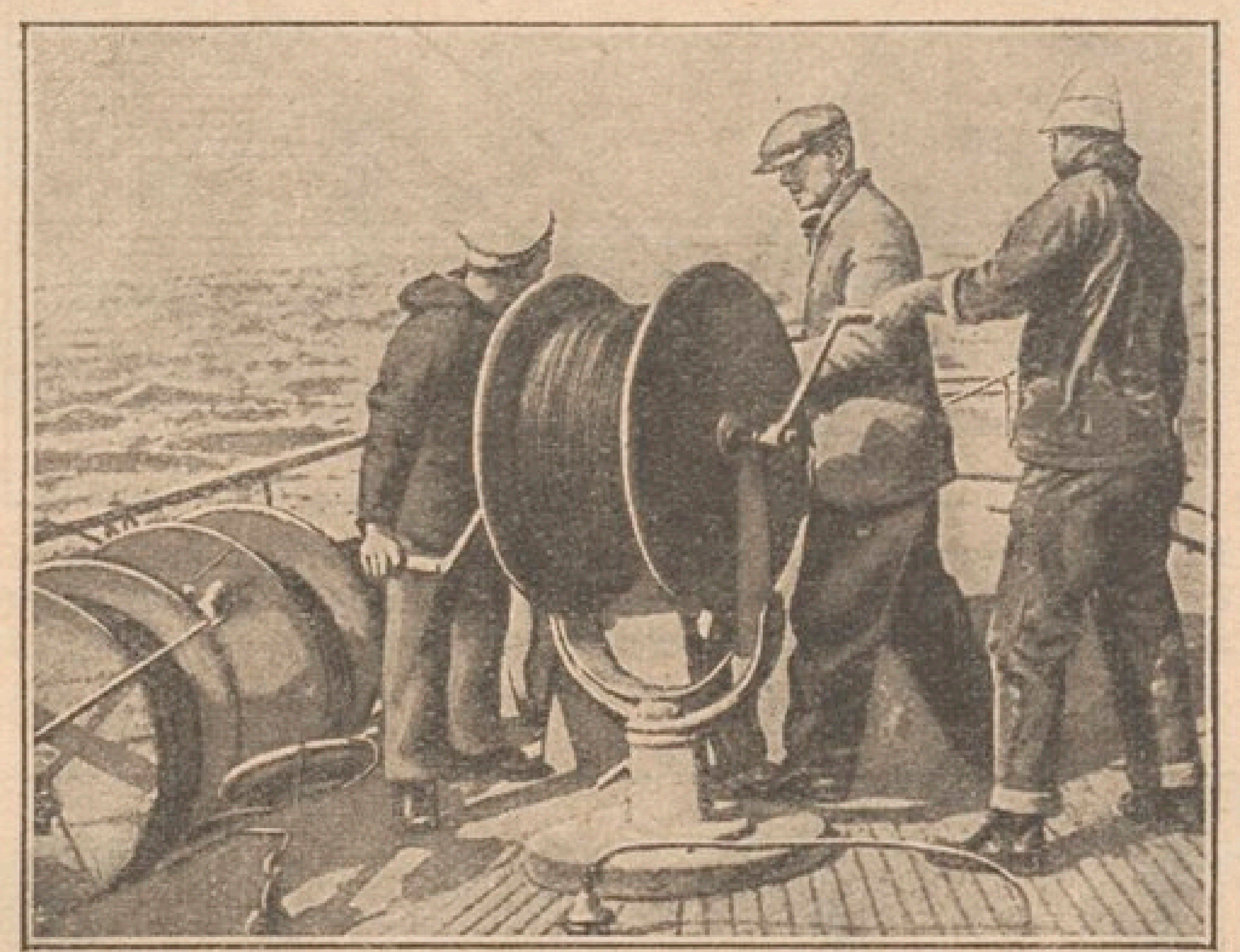
En pratique, l'appareil Walser est constitué par une calotte sphérique en tôle d'acier épaisse, de 1 m. 30 de diamètre et 1 m. 50 de rayon. Cette calotte est percée d'une centaine de trous de 15 à 20 millimètres de diamètre, et ces trous sont obturés extérieurement par des diaphragmes en laiton ou, de préférence, en caoutchouc épais, de 80 à 100 millimètres de diamètre; ils sont disposés de façon à ménager une lame d'air mince entre eux et la tôle, ce qui réalise des capsules stéthoscopiques.

Deux calottes ainsi constituées sont fixées symétriquement sur la coque, sous la flottaison, au-dessous du tournant des formes, autant que possible, après enlèvement de la partie de bordé correspondante. A l'intérieur du navire, en face des calottes, sont installés deux appareils récepteurs également symétriques.

Un appareil récepteur comporte un cornet acoustique en communication avec l'oreille par un tuyau souple sur une partie de sa longueur, et un dispositif susceptible de déplacer ce cornet de telle façon que son centre d'ouverture décrive la demi-ellipse qui constitue le lieu des foyers, l'axe du cornet restant dirigé, pendant tout le déplacement, vers le pôle de la calotte.

Comme le lieu des foyers reste dans le plan diamétral horizontal de la sphère, quelle que soit l'inclinaison au roulis du bâtiment, il faut que l'appareil récepteur supportant le cornet puisse pivoter autour du diamètre horizontal et longitudinal de la sphère et soit équilibré par des contre-poids. L'observateur, placé au centre, porte sur la tête un casque d'écoute auquel aboutissent les tuyaux venant des deux cornets. Un commutateur acoustique permet à volonté de mettre, soit chaque oreille sur le cornet correspondant, soit les deux oreilles sur le même cornet, suivant les besoins.

Au moyen d'un levier agissant sur des transmissions par l'intermédiaire d'un tambour, l'observateur explore auditivement l'horizon en déplaçant à distance les deux cornets. Lorsqu'il a trouvé le maximum d'un son, il lit le relèvement de sa source en face d'un index fixe sur une graduation portée par le tambour.



CERTAINS APPAREILS AMÉRICAINS ÉTAIENT REMORQUÉS AU BOUT D'UNE LIGNE ENROULÉE SUR UN TREUIL, AFIN DE LES ISOLER DES BRUITS DU NAVIRE

L'observateur et l'ensemble des appareils sont enfermés dans une cabine aussi bien isolée acoustiquement que possible, car il est indispensable d'empêcher les bruits du bord de pénétrer directement dans les cornets acoustiques qui sont, naturellement, ouverts à l'air libre ambiant.

Les essais de l'appareil Walser effectués en France, en 1917, montrèrent qu'il possédait, sur les autres appareils existant à l'époque, les principaux avantages suivants :

1° Qu'il permettait l'écoute en marche, aux vitesses de cinq à sept nœuds, à des distances comparables à celles qu'on obtenait jusque-là, au repos, et que l'écoute à des vitesses supérieures était encore possible mais avec une portée moindre ;

2° Que l'observateur n'était guère troublé par la présence d'autres navires en marche dans le voisinage et qu'il pouvait relever séparément diverses hélices situées dans des azimuts complètement différents ;

3° Qu'il était fidèle, car il était très rare que les indications fournies par l'opérateur fussent reconnues inexactes.

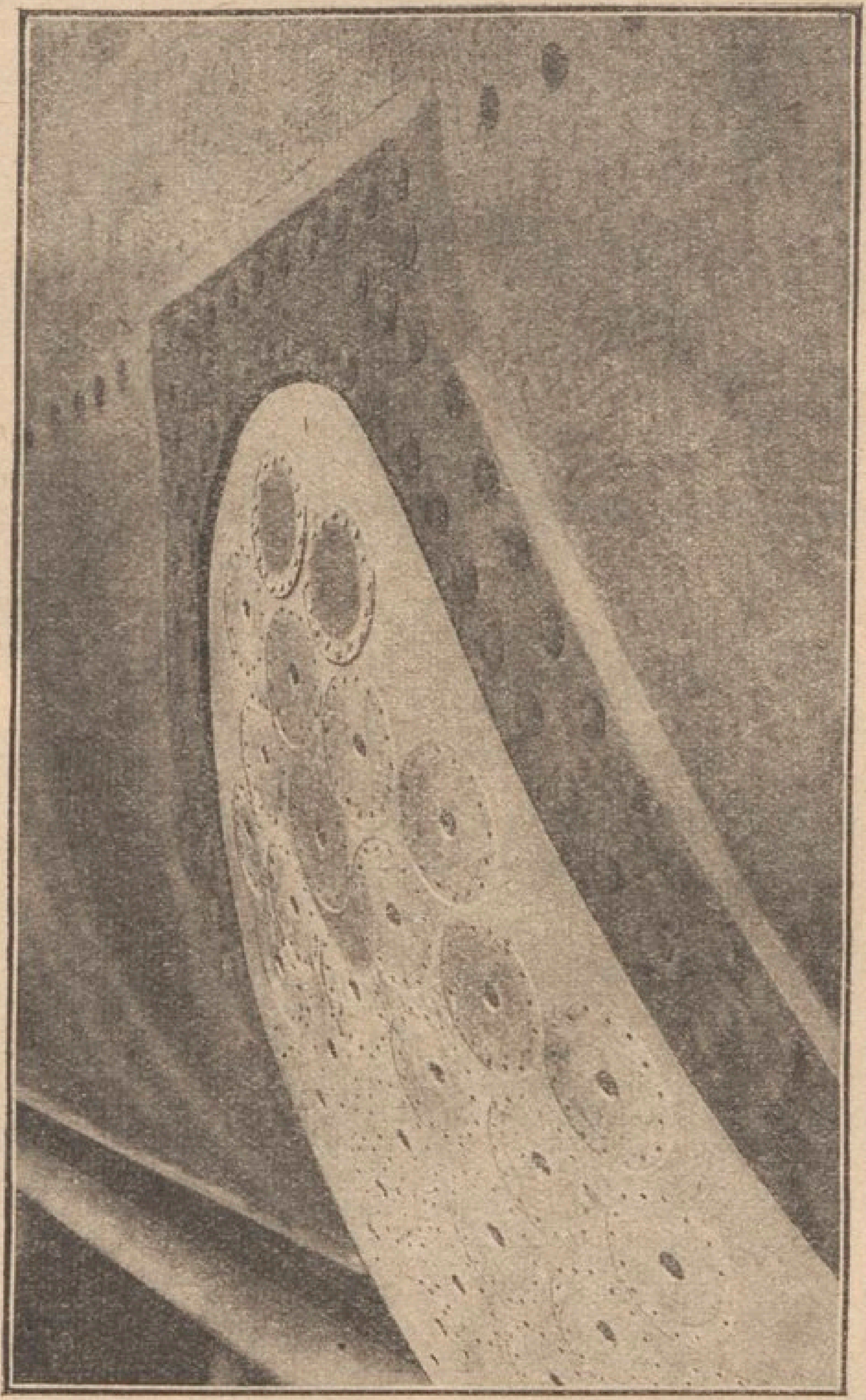
Ces résultats provoquèrent une grande émulation, tant en France que dans les pays

alliés, et, en particulier, en Amérique, où des recherches acharnées furent entreprises pour réaliser des variantes, avec la préoccupation principale tant d'éviter le découpage de la coque que de simplifier l'installation.

Le professeur Mason (l'auteur du « compensateur » du tube K) chercha à faire interférer les vibrations aériennes transmises par les éléments récepteurs, non plus dans l'espace libre, mais au point de jonction de différents tuyaux canalisant ces vibrations. Il construisit d'abord des « tubes » à éléments multiples et compensation fixe, dont il faut faire pivoter l'ensemble pour obtenir la direction. Il retrouva ainsi le deuxième avantage signalé plus haut, mais non le premier. Il entreprit alors la réalisation d'un tube à éléments multiples et compensation variable. Les éléments sont fixes en dehors de la coque. Les tuyaux rentrent à l'intérieur où l'on peut, par une série de compensations successives, faire varier sensiblement leur longueur pour rétablir l'accord de phases à l'entrée du collecteur définitif.

Cet appareil ne semble pas avoir donné les résultats qu'en espérait son auteur.

Toujours sur le même principe, le professeur Pierce a conçu et exécuté un appareil à éléments microphoniques multiples, destiné à être traîné en remorque, et pour lequel il a réalisé un compensateur électrique très ingénieux. Malgré cela, les résultats paraissent être du même ordre que ceux des tubes Mason, avec une infériorité marquée sous le rapport de la fidélité et une légère supériorité au point de vue de la sensibilité.



LA CALOTTE SPHÉRIQUE DE L'APPAREIL WALSER

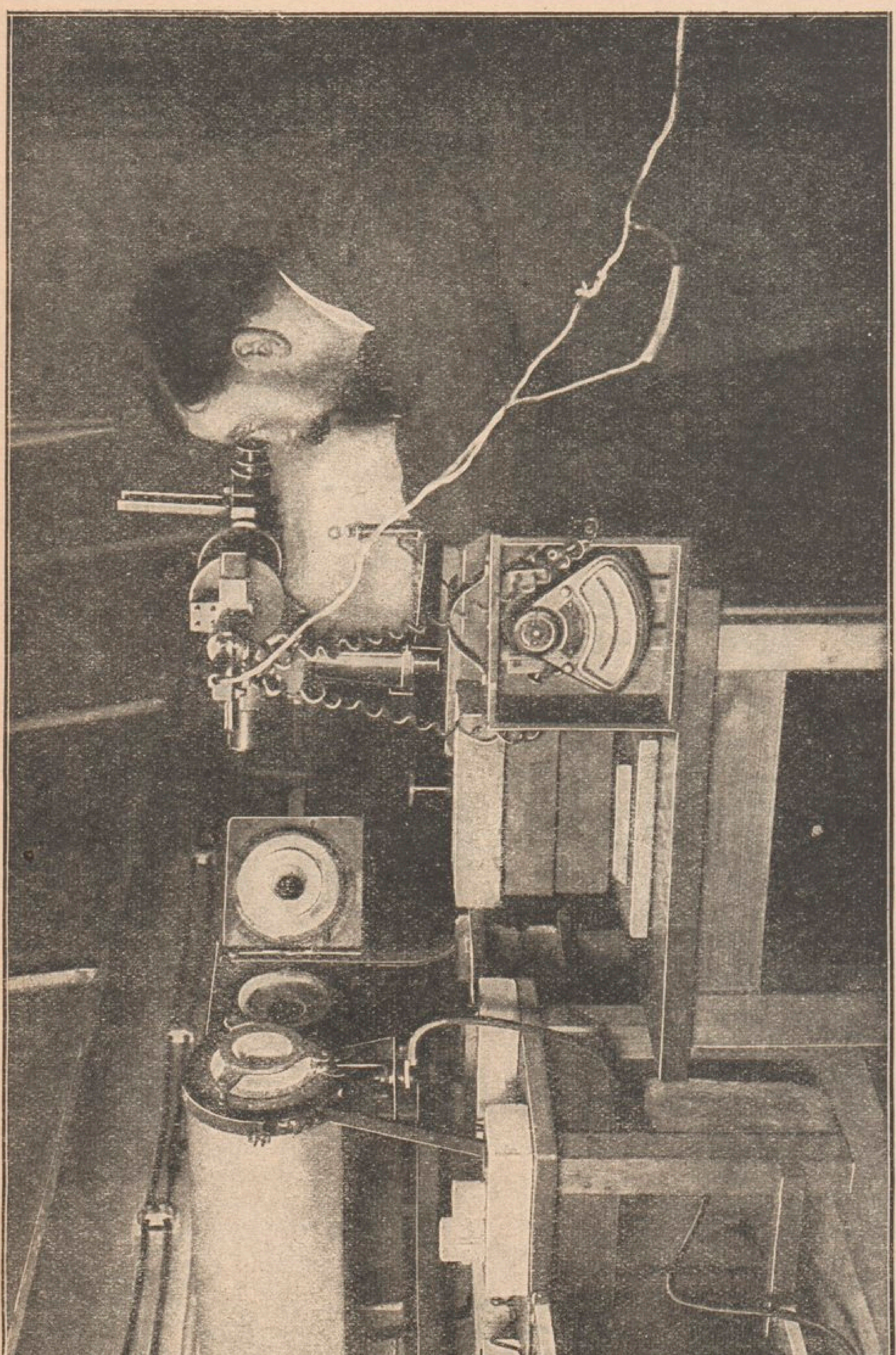
Cette calotte, que la gravure représente partiellement démontée, est percée d'une centaine de trous obturés extérieurement par des diaphragmes en laiton ou en caoutchouc. Une calotte est placée de chaque bord du navire, sous la flottaison, après enlèvement de la partie du bordé correspondante.

Les tentatives faites en France n'ont pas eu grand succès. En définitive, l'appareil Walser n'a toujours pas été détrôné.

On voit que l'écoute sous-marine a fait de sérieux progrès pendant la guerre, si l'on songe qu'en 1915, on ne connaissait pas d'autres instruments que le stéthoscope Broca et quelques microphones rudimentaires et que, pour obtenir la direction de la source, on en était réduit à pointer le bâtiment lui-même, de façon à obtenir la même intensité de son dans deux appareils placés symétriquement de chaque bord.

Les méthodes nouvelles qui mettent le sens de l'ouïe à la disposition des marins, dans le cas où celui de la vue fait défaut, ont-elles dit leur dernier mot? C'est peu probable, à moins qu'on ne laisse tomber ces efforts de guerre dans l'oubli qui commence déjà à effacer le cauchemar de la campagne sous-marine. Ce serait, d'ailleurs, grand dommage, car, au point où en est arrivée l'écoute sous-marine, elle peut déjà rendre de grands services à la navigation pacifique.

CAPITAINE DE L***



ÉTALONNAGE DU PHOTOMÈTRE NORDMANN POUR MESURER LA TEMPÉRATURE DES ÉTOILES

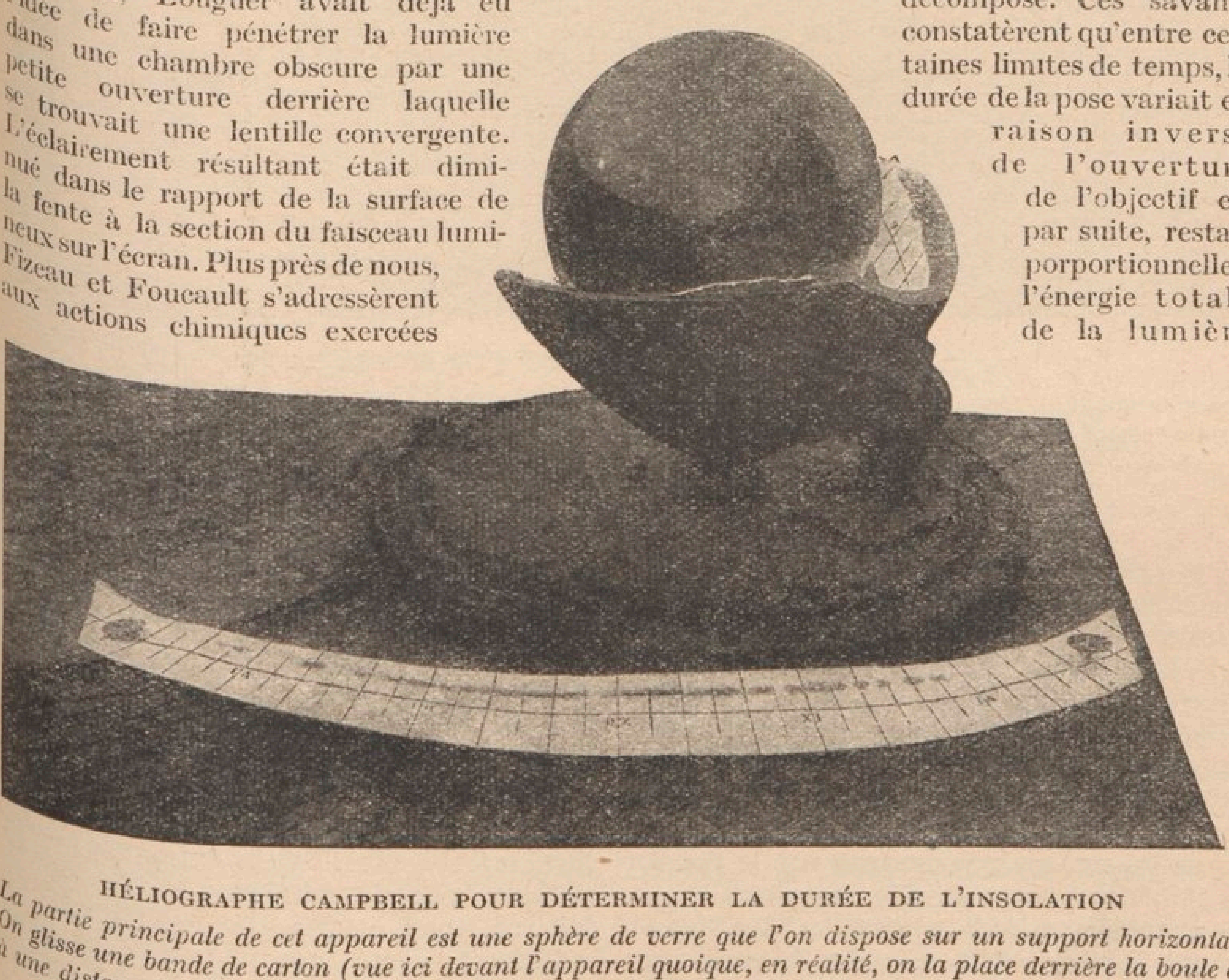
L'étalonnage de cet instrument s'effectue au moyen de pointés sur les âmes des fours électriques portés à des températures comprises entre 1.400 et 3.500 degrés centigrades ; ces températures considérables sont préalablement mesurées à l'aide du pyromètre Féry.

LES DIVERSES FAÇONS DE MESURER LA TEMPÉRATURE DES ASTRES ET LEUR POUVOIR CALORIQUE

Par Rémy de BELMONT

« O étoile, envoie-moi un de tes rayons et j'écrirai ton histoire ! » disait l'illustre Janssen entrevoyant les immenses progrès que les méthodes spectroscopiques feraient accomplir à l'astronomie physique. Ses successeurs confirmèrent, maintes fois, ces prophétiques paroles, et les astronomes d'aujourd'hui savent non seulement déceler la présence de tel ou tel corps simple dans une étoile mais encore mesurer exactement la température d'un astre, dont la lumière met des siècles à nous parvenir.

Pour déterminer la puissance calorifique du Soleil, Bouguer avait déjà eu l'idée de faire pénétrer la lumière dans une chambre obscure par une petite ouverture derrière laquelle se trouvait une lentille convergente. L'éclairement résultant était diminué dans le rapport de la surface de la fente à la section du faisceau lumineux sur l'écran. Plus près de nous, Fizeau et Foucault s'adressèrent aux actions chimiques exercées par la lumière solaire pour en mesurer l'énergie (1844). Grâce à la photographie, ils purent comparer l'éclat de l'astre qui nous éclaire avec celui des sources artificielles. En effet, la quantité de lumière reçue par l'unité de surface de l'image solaire produite au foyer d'une lunette est proportionnelle à l'ouverture libre de l'objectif. Ils recevaient l'image du Soleil sur une plaque d'argent iodurée et réglaient la durée de pose de façon que la teinte finale de l'épreuve demeurât identique dans les expériences successives, correspondant ainsi à la même quantité d'iodure décomposé. Ces savants constatèrent qu'entre certaines limites de temps, la durée de la pose variait en raison inverse de l'ouverture de l'objectif et, par suite, restait porportionnelle à l'énergie totale de la lumière

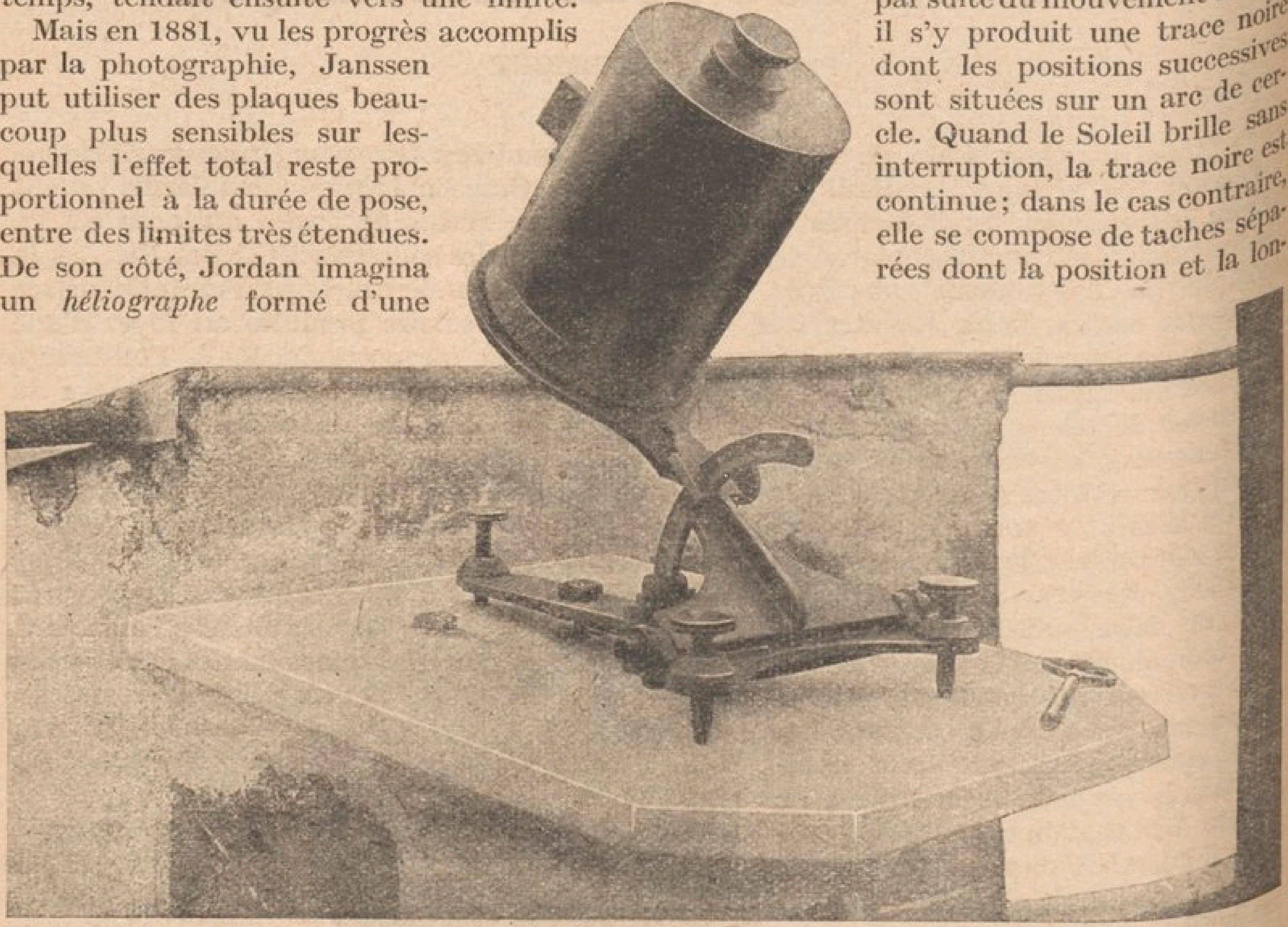


HÉLIOGRAPHE CAMPBELL POUR DÉTERMINER LA DURÉE DE L'INSOLATION

La partie principale de cet appareil est une sphère de verre que l'on dispose sur un support horizontal. On glisse une bande de carton (vue ici devant l'appareil quoique, en réalité, on la place derrière la boule et à une distance convenable) pour que le foyer de cette dernière soit toujours sur ladite bande. Le carton se trouve donc carbonisé aux endroits où se forme l'image du soleil.

utilisée par l'image : premier point. D'autre part, en comparant l'image du Soleil à celle d'une étendue de charbon positif de l'arc électrique, limitée au même angle apparent par un diaphragme, ils s'assurèrent que l'effet chimique est proportionnel à l'éclairement. Toutefois, cette relation ne pouvait pas s'étendre beaucoup, car la quantité d'argent réduite, d'abord proportionnelle au temps, tendait ensuite vers une limite.

Mais en 1881, vu les progrès accomplis par la photographie, Janssen put utiliser des plaques beaucoup plus sensibles sur lesquelles l'effet total reste proportionnel à la durée de pose, entre des limites très étendues. De son côté, Jordan imagina un *héliographe* formé d'une boîte cylindrique percée de trous à travers lesquels les rayons solaires vont impressionner une feuille au ferro-prussiate. Puis, Richard construisit un instrument basé également sur l'action lumineuse qu'exerce le Soleil sur un papier photographique, tandis que Campbell s'adressa à l'action calorifique pour déterminer la durée effective de l'insolation, c'est-à-dire le temps durant lequel les nuages ne couvrent pas le Soleil, — durée qui joue un rôle important dans les phénomènes de la végétation. Son héliographe se compose d'une sphère de verre que l'on dispose sur un support horizontal dans un endroit bien découvert de tous côtés, de manière qu'on puisse y voir le Soleil de son lever jusqu'à son coucher. On glisse une bande de carton derrière cette boule, entre les rainures pratiquées dans une monture sphérique concentrique, à une distance convenable pour que le foyer de la boule soit toujours sur la bande. Il en résulte que le carton se trouve carbonisé à l'endroit où se forme l'image de l'astre, et, par suite du mouvement diurne, il s'y produit une trace noire dont les positions successives sont situées sur un arc de cercle. Quand le Soleil brille sans interruption, la trace noire est continue ; dans le cas contraire, elle se compose de taches séparées dont la position et la longueur indiquent les moments où le Soleil a lui, ainsi que la durée de chaque éclaircie.



HÉLIOGRAPHE PHOTOGRAPHIQUE DE L'INGÉNIEUR EIFFEL

Il se compose d'un tambour porté par un arbre fileté orienté suivant l'axe du monde et qui, actionné par un mouvement d'horlogerie, fait un tour en vingt-quatre heures. Un second tambour se monte à l'intérieur du précédent et porte la feuille sensible à impressionner qui reçoit les rayons solaires par une ouverture ménagée dans le premier tambour.

Vers 1909, M. Eiffel perfectionna la méthode en inventant un nouvel enregistreur photographique de l'intensité solaire.

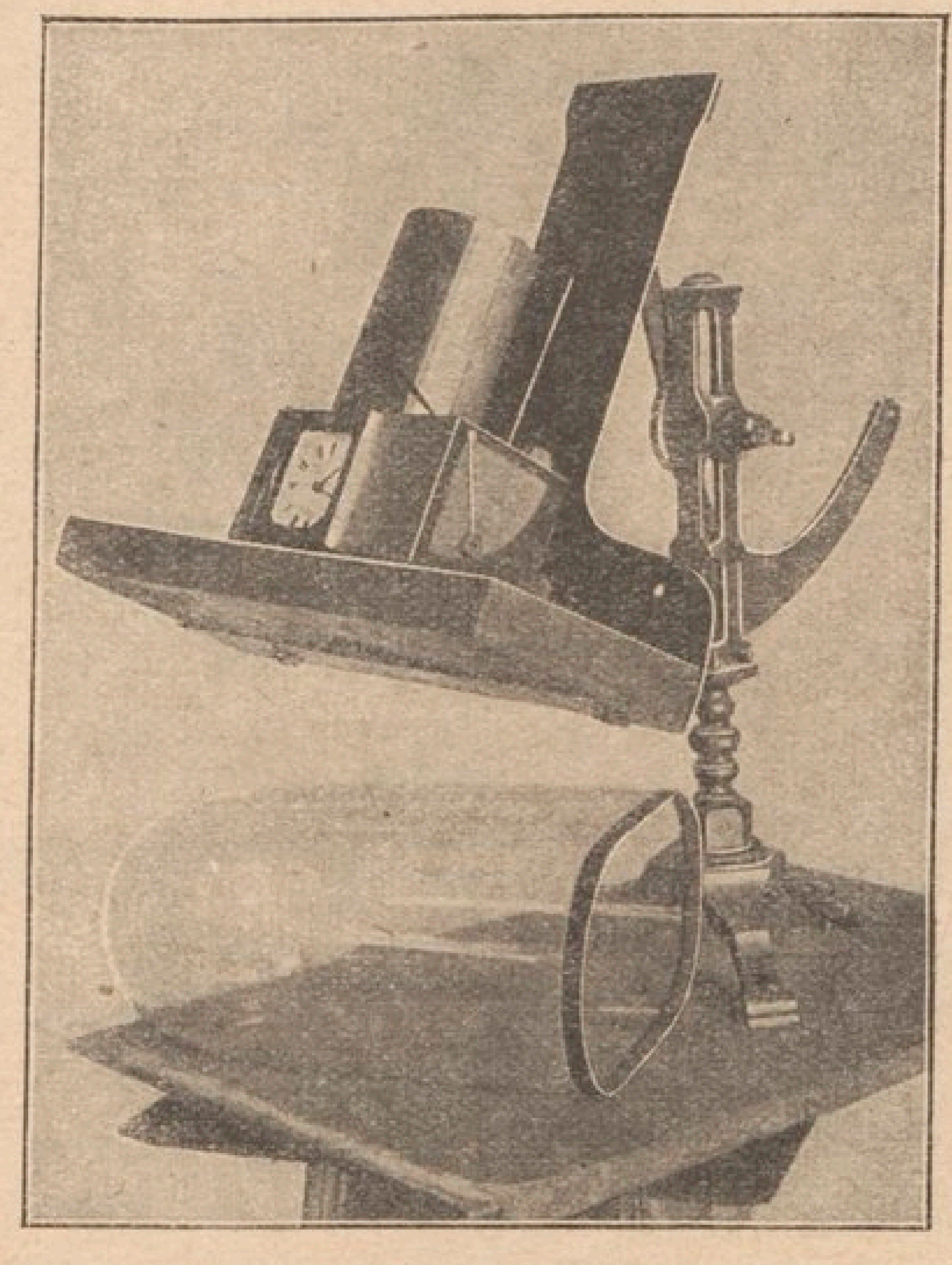
Cet héliographe fonctionne depuis plusieurs années au Bureau central météorologique de France et à l'Observatoire de Juvisy : il se compose d'un tambour porté par un arbre fileté orienté suivant l'axe du monde et qui, actionné par un mouvement d'horlogerie, fait un tour en vingt-quatre heures. Ce cylindre présente, suivant une de ses génératrices, une ouverture par laquelle pénètrent les rayons solaires et qui est pourvue

d'un dispositif protecteur arrêtant la lumière diffuse. Un second tambour, monté à l'intérieur du précédent sur un écrou susceptible de se déplacer le long de l'arbre fileté, porte la feuille sensible à impressionner ; en outre, il est guidé de façon à ne pas se trouver entraîné dans le mouvement de rotation de cet arbre et à ne recevoir qu'un mouvement de translation parallèle à l'axe de ce dernier. A cet effet, un guide, porté par la boîte, renfermant le mouvement d'horlogerie, retient le tambour. En outre, un écran cylindrique transparent entoure le papier photographique et présente divers degrés de transparence déterminés suivant l'intensité des rayons solaires, variable selon l'heure et la saison. Naturellement, on a calculé la hauteur de la chambre pour que les rayons pénètrent par son ouverture, quelle que soit la déclinaison de l'Astre du jour.

Après cette description, le fonctionnement de l'héliographe photographique s'explique aisément. Par suite de la rotation de l'arbre fileté, le tambour se déplace et effectue un tour complet en vingt-quatre heures, la fenêtre étant orientée de manière à se trouver dans la direction du Soleil ; en même temps, l'écrou entraîne le tambour parallèlement à l'axe de l'arbre. Par la combinaison du mouvement circulaire du premier tambour et du mouvement rectiligne du second, les rayons solaires qui pénètrent par la fenêtre viennent impressionner la feuille sensible suivant une ligne hélicoïdale correspondant à plusieurs journées consécutives. Quant aux indications fournies par les enregistrements photographiques de l'héliographe Eiffel, il faut généralement attendre plusieurs années de fonctionnement pour en tirer des conclusions nouvelles.

De son côté, M. Dosne a inventé, à peu près vers la même époque, un héliographe photographique permettant surtout d'étudier les variations d'intensité des régions violette et ultra-violette du spectre, qui agissent le plus vigoureusement sur les sels d'argent. L'héliographe de cet ingénieur se compose d'un tambour de cinq centimètres de diamètre sur lequel s'enroule une bande de papier photographique et qu'actionne un mouvement d'horlogerie, lui faisant décrire un tour en une heure. Un second tambour, concentrique au précédent, mais un peu plus large, se fixe au même mouvement d'horlogerie ; toutefois, grâce à un dispositif particulier, sa rotation s'effectue seulement à raison d'un tour par vingt-quatre heures. Il est, en outre, muni d'un coulisseau dans lequel peuvent s'insérer des languettes de laiton à fentes plus ou moins larges. Si on orientait l'instrument, en l'inclinant normalement à la hauteur du Soleil, l'astre impressionnerait complètement le papier sensible au bout d'une heure. Mais, après avoir mis les deux tambours en place, on les recouvre, ainsi que le reste de l'héliographe, d'une enveloppe métallique également cylindrique et percée d'une fente oblique de deux millimètres environ. Il s'ensuit que les rayons lumineux impressionnent seulement le papier sensible en regard de la partie très réduite correspondant à l'intersection de la fente verticale du tambour extérieur avec l'ouverture oblique de l'enveloppe. Comme, d'autre part, le tambour avance à chaque heure de 1/24e de tour, cette intersection se projette au second tour en un autre point. La lumière impressionne donc le papier suivant une ligne hélicoïdale dont chaque pas correspond à 23/24e d'heure.

D'ailleurs, un repère, inscrit sur la fente de l'enveloppe, indique le point d'intersection à midi précis. En sorte qu'on peut établir aisément un gabarit transparent per-



HÉLIOGRAPHE SYSTÈME DOSNE, MONTÉ POUR UNE OBSERVATION

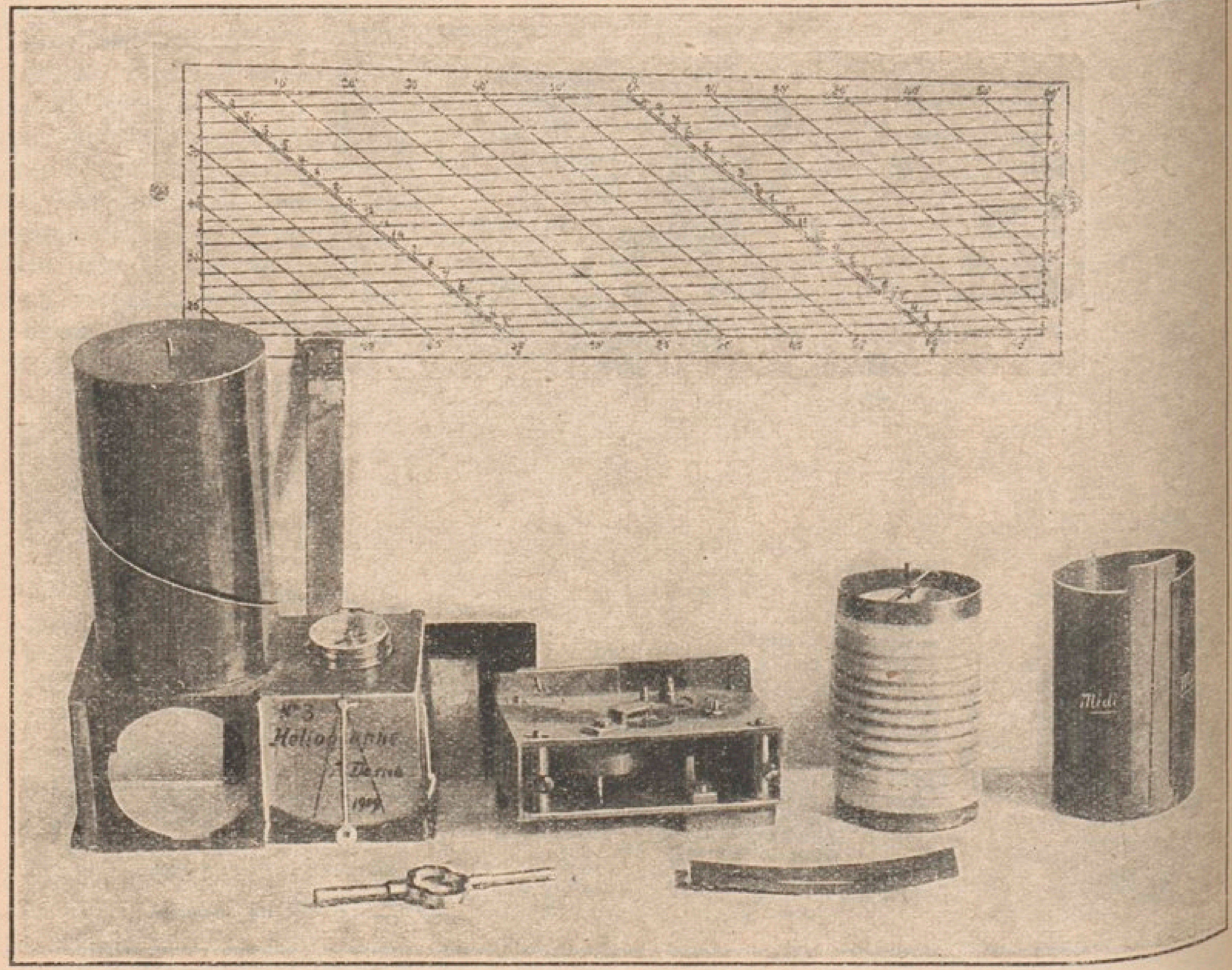
Le globe qui protège l'instrument a été simplement enlevé pour permettre de mieux voir le tambour sur lequel s'enroule une bande photographique et qu'actionne un mouvement d'horlogerie.

mettant, après repérage de l'heure à midi, de lire les temps correspondant aux variations de lumière impressionnées sur le papier photographique. On lit facilement les traces de ces fluctuations, de minute en minute, sur l'héliographe Dosne puisque l'heure d'insolation occupe sur le diagramme l'espace de vingt centimètres environ et, vu la vitesse d'inscription, on peut employer des papiers extrêmement sensibles qui enregistrent également la lumière diffuse.

Notons, du reste, qu'un mouvement d'horlogerie, réglé avec un jeu notable dans ses engrenages d'entraînement, convient très bien en l'espèce, car les révolutions des tambours s'effectuent par à-coups ; à chaque dent correspond une légère pose facilitant encore la lecture des diagrammes. Comme organes accessoires, l'héliographe Dosne porte une boussole destinée à faciliter son orientation, un cadran solaire et une horloge.

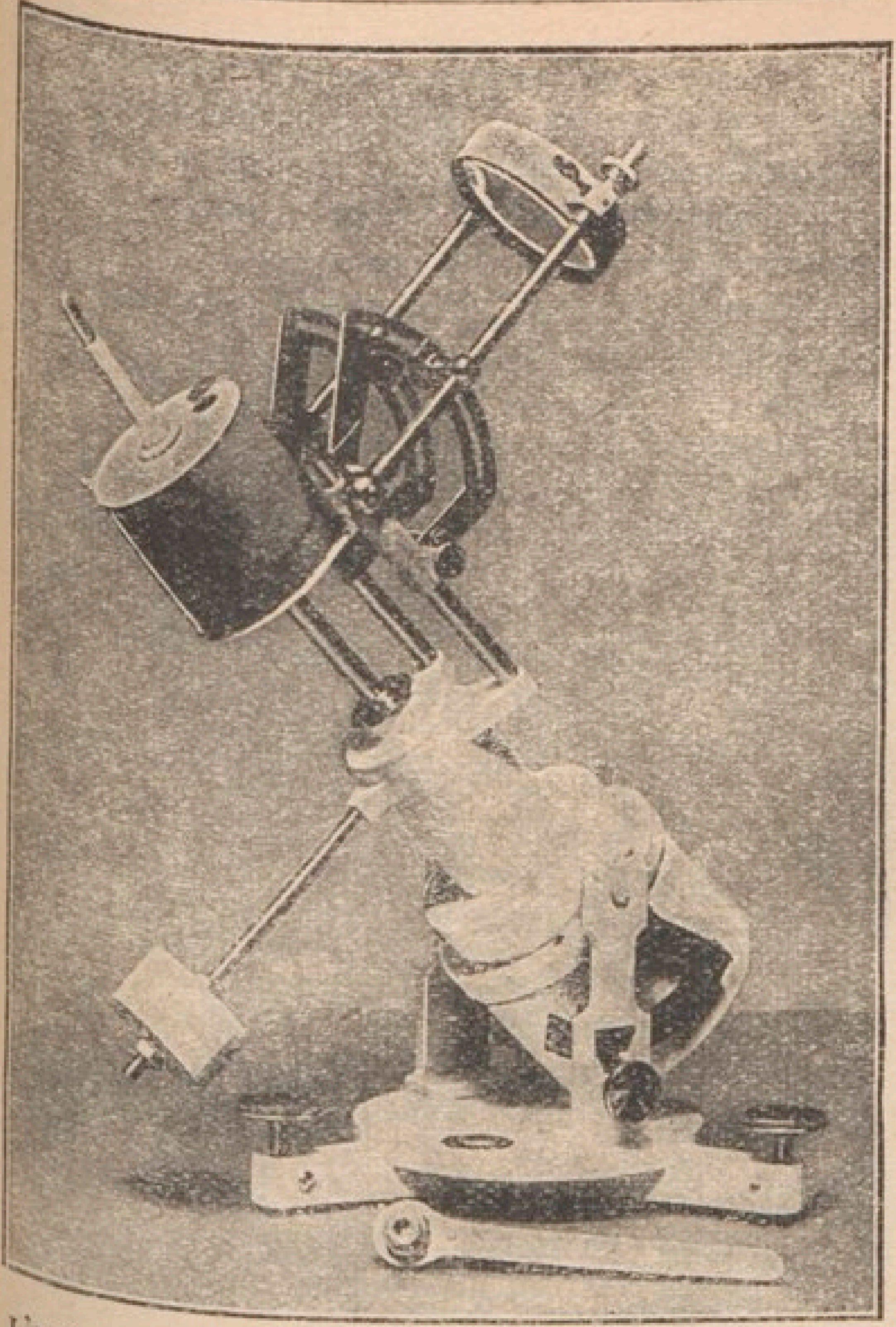
A midi, l'axe de l'instrument et sa pente doivent se trouver dans le plan méridien du lieu de l'observation. En outre, grâce à l'adjonction de deux pendules, on s'assure de la verticalité de l'axe et on règle la pente de l'appareil de manière que l'axe de rotation se présente normalement à la hauteur du Soleil et toujours incliné parallèlement à celui de la Terre. Pour cela, le second pendule se meut sur un cadran portant, indépendamment des degrés du cercle, les repères pour la latitude du lieu, correspondant aux pentes à prendre pour chaque mois de l'année et, pour chaque mois, les directions horizontales des levers et couchers du Soleil du lieu, afin que la simple observation donne la surface sensible à exposer.

Mais si l'héliographe Dosne fournissait d'une façon simple l'intensité de la radiation solaire et ses fluctuations suivant les heures et les saisons, il ne résolvait pas



LES DIFFÉRENTES PARTIES DE L'HÉLIOGRAPHE PHOTOGRAPHIQUE DOSNE, DÉMONTÉ

En haut: gabarit transparent permettant le repérage; au-dessous, de gauche à droite: tambour intérieur, cadran solaire et boussole, mouvement d'horlogerie, bande de papier photographique enroulée sur un tambour, enveloppe métallique percée d'une fente.



L'HÉLIOCHRONOGRAPHE DU DOCTEUR MAURER

Cet instrument se compose, en principe, d'une lentille montée sur un mouvement d'horlogerie qui suit le soleil en tournant autour d'un axe parallèle à celui de la terre. Le foyer de la lentille tombe sur un tambour enregistreur qui exécute un mouvement hélicoïdal et que recouvre une bande de papier réglé sur lequel le foyer du faisceau lumineux laisse une trace de brûlure très nette.

encore entièrement cette question si complexe, reprise récemment par le Dr Maurer, directeur de l'Institut central suisse de météorologie à Zurich. L'*héliochronographe* qu'il a imaginé pour enregistrer la durée d'insolation fut construit par la maison James Jaquet de Bâle en 1918 et constitue un très réel progrès sur les appareils antérieurs. Il repose sur le principe suivant :

Une lentille montée sur un mouvement d'horlogerie suit le Soleil en tournant autour d'un axe parallèle à celui de la Terre. Le foyer de la lentille tombe sur un tambour enregistreur qui exécute un mouvement hélicoïdal en tournant une fois autour de lui-même dans l'espace de deux heures, pendant que, sous l'action d'une roue dentée et d'un pas de vis, il se déplace dans le sens de son axe à raison de six millimètres en deux heures. Le tambour enregistreur est recouvert d'une bande de papier réglé sur lequel le temps se trouve porté en abscisse et sur lequel le foyer du faisceau lumineux laisse une trace de brûlure. Bien entendu, l'instrument porte des dispositifs permettant de l'utiliser sous différentes latitudes et de le régler suivant la déclinaison du Soleil. On peut aussi déplacer la lentille et le tambour de manière à ce que l'appareil puisse se régler exactement quelle que

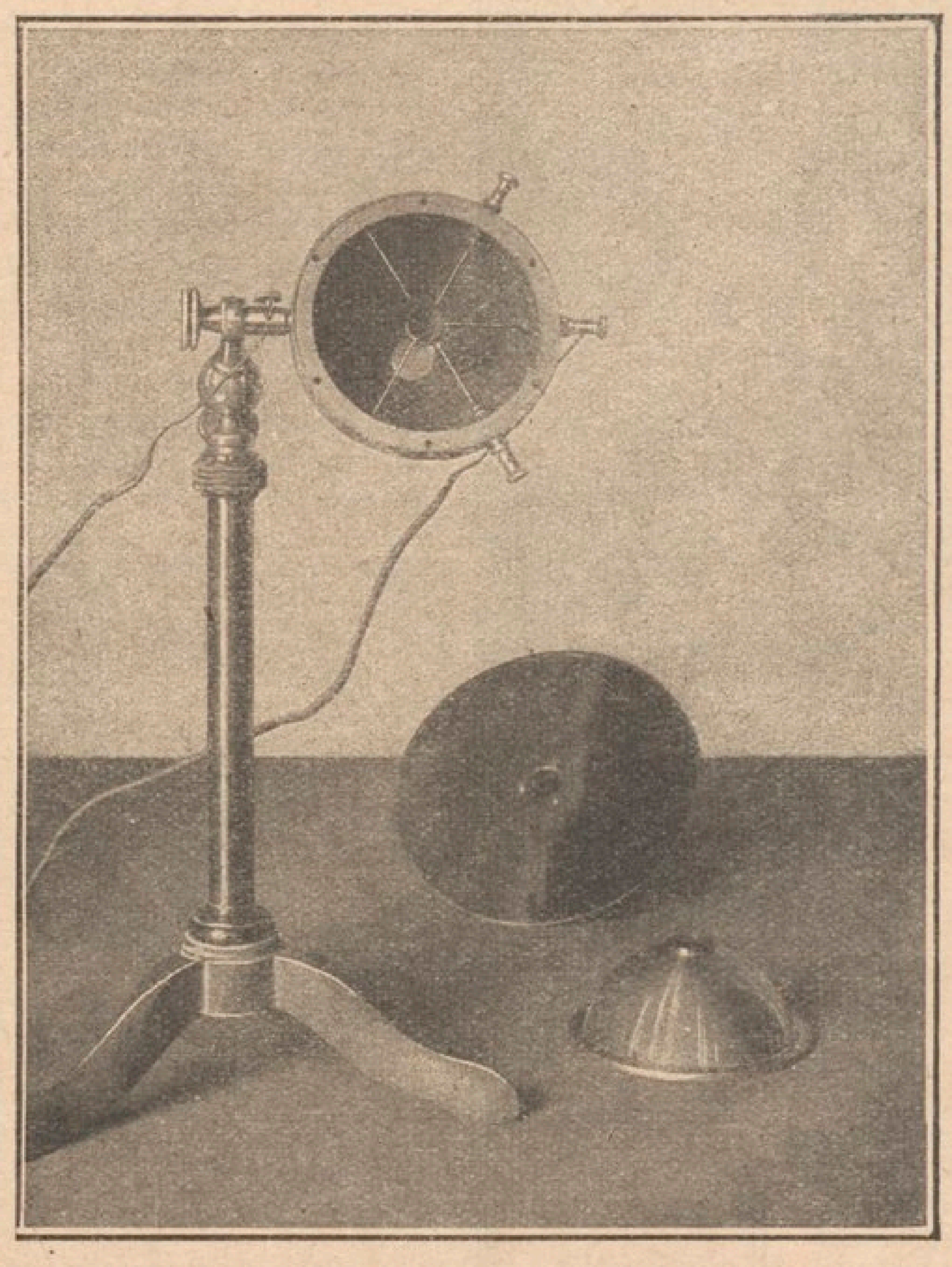
ACTINOMÈTRE FÉRY EN EXPÉRIENCE

L'instrument reçoit la radiation solaire par une petite ouverture, visible au milieu de l'écran poli qui le préserve de l'action directe des rayons, et un galvanomètre très sensible auquel il se trouve relié permet d'évaluer, par simple lecture, l'énergie de la radiation observée.

soit la position du mouvement d'horlogerie.

Cet appareil présente quelques avantages sur les anciens héliographes. En effet, dans l'appareil de Campbell et Stokes, une durée d'une heure correspond à un tracé de dix-huit millimètres ; dans le nouvel instrument, la bande se déplace de cent vingt millimètres en une heure, ce qui facilite les mesures relatives aux insolations intermittentes.

En second lieu, avec la sphère de l'héliographe Campbell, on n'obtient qu'un effet thermique très atténué, tandis qu'avec la forte lentille achromatique de Maurer, la lumière solaire s'enregistre même quand elle n'a plus qu'une très faible intensité. Or, quand le ciel est brumeux ou le Soleil à son déclin, si les nuages prennent la forme de cirrus, il arrive que les durées d'insolation enregistrées soit à l'aide du premier, soit avec l'héliochronographe, s'écartent de plusieurs heures. Grâce à la puissance de la lentille, on peut donc suivre exactement sur le diagramme les variations d'intensité de l'insolation. Effectivement, le diagramme étant beaucoup plus long, chaque partie de la bande de papier reçoit le faisceau lumineux pendant un quart de minute ; d'autre part, l'emploi de la lentille permet une meilleure utilisation de la lumière solaire ; par conséquent la nature du papier employé, sa couleur, sa dureté, son épaisseur, exercent beaucoup moins d'influence sur le résultat des expériences qu'avec les anciens appareils.



ACTINOMÈTRE FÉRY DÉMONTÉ

Les deux bornes reliées au galvanomètre servent aux mesures et les deux autres s'emploient lorsqu'on veut étalonner l'instrument en watts ou calories. On aperçoit, à droite, le couvercle et l'écran poli.

En définitive, l'*héliochronographe Maurer* fournit des indications beaucoup plus exactes et surtout plus détaillées que les appareils similaires employés jusqu'ici pour enregistrer la durée d'insolation.

D'autre part, dès que la loi du rayonnement, due à Stefan, fut découverte, les astronomes l'appliquèrent au calcul de la *température du Soleil* par la mesure de la constante solaire, et à celle des *planètes* de notre système recevant la radiation solaire. La constante de cette loi, qui s'exprime généralement en watts, peut aussi se convertir en calories, sachant que 4,15 watts équivalent à une petite calorie. Mais les calculs faits avec l'ancien coefficient $a = 1,69$ donnent des résultats discordants avec la mesure directe de la température apparente du Soleil exécutée par Wilson en 1904 et par Millochau en 1906 et en 1907. Ceci peut provenir d'une part de l'inexactitude du coefficient admis jusqu'ici et, en second lieu, de ce que les anciens actinomètres ne possédaient pas un récepteur intégral.

Aussi M. Féry résolut de combler cette lacune en imaginant un nouvel *actinomètre*. L'instrument reçoit la radiation solaire par une petite ouverture, visible au milieu de l'écran poli, qui le préserve de l'action directe des rayons, et un galvanomètre, auquel il se trouve relié par des cordons souples, permet d'évaluer par une simple lecture l'énergie de la radiation observée et en particulier de

calculer la constance solaire. Dans la photographie de l'appareil démonté, que nous donnons à la page précédente, les deux bornes (situées dans un plan horizontal) sont reliées au galvanomètre servant aux mesures et les deux autres bornes auxiliaires permettent l'étalonnage de l'appareil en watts ou en calories. On peut, en effet, jusqu'ici au moyen du *bolomètre* Langley ou des piles thermo-électriques à surface plane, il faudra les recommencer avec cet actinomètre, ce qui rendra le travail facile.

Dans les observatoires météorologiques, on enregistre aussi, de façon électrique, la radiation solaire au moyen du *pyrhéliomètre d'Angstrom* formé, en principe, de deux bâtonnets

OBSERVATION THERMIQUE A L'AIDE DU PYRHÉLIOMÈTRE D'ANGSTROM

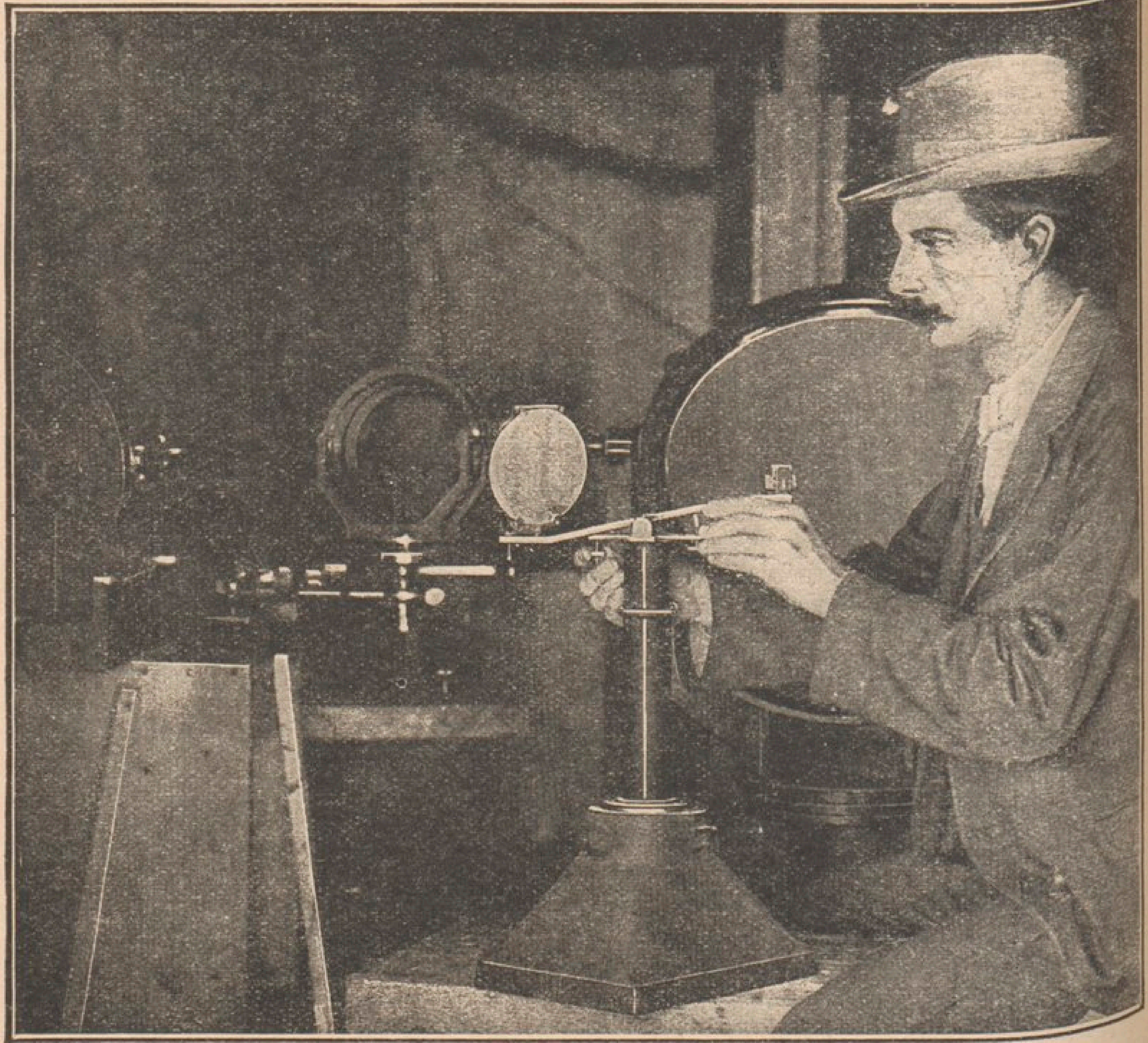
Cet appareil se compose de deux bâtonnets dont on constate l'égalité de température au moyen de pinces thermo-électriques. Ces dernières se trouvent disposées de façon que le galvanomètre les reliant reste au zéro quand leur température demeure identique. On expose l'un d'eux au rayonnement solaire tandis que, dans l'autre, plongé dans l'ombre, on fait passer un courant de manière à établir l'équilibre du galvanomètre.

échauffer l'actinomètre non seulement par la radiation solaire mais aussi par le passage d'un courant rigoureusement connu.

Cette méthode de substitution de l'énergie solaire à l'énergie électrique offre une analogie complète avec celle des tares dans la mesure des poids. On élimine complètement, grâce à ce procédé ingénieux, un certain nombre d'erreurs systématiques en mettant dans des conditions exactement identiques les deux énergies à comparer.

Le nouvel appareil de M. Féry rendra donc d'incontestables services aux astronomes et aux physiciens qui doivent déterminer la répartition de l'énergie dans le spectre. Comme toutes ces mesures ont été exécutées ou lames semblables dont on peut constater l'égalité de température au moyen de pinces thermo-électriques. Ces dernières se trouvent disposées de façon que le galvanomètre les reliant reste au zéro quand leur température demeure identique. On expose alors une des lames au rayonnement solaire, tandis qu'à travers l'autre, plongée dans l'ombre, on fait passer un courant de manière à établir l'équilibre du galvanomètre. En 1917, deux savants américains, Abbott et Aldrich, perfectionnèrent cet instrument. Leur *pyranomètre* rend aisée la mesure des rayonnements solaire et céleste, avec une remarquable précision. Il se compose essentiellement de deux bâtons de manganine noircis dont on

expose l'un au soleil tandis qu'on conserve l'autre dans l'obscurité. On chauffe électriquement ce dernier jusqu'à élever sa température au même degré que celle du bâton ensoleillé. Une fois cette égalité de température obtenue et mesurée au galvanomètre, calottes, l'une de verre, en crown-glass, servant d'écran contre les rayons ultra-violets, l'autre nickelée et mobile. Grâce à cette série d'écrans, on peut, soit étudier le ciel entier, tous écrans écartés, sauf la calotte de crown-glass, soit le ciel indépen-



BOLOMÈTRE IMAGINÉ PAR LE PROFESSEUR LANGLEY

Sur cette photographie, l'observateur règle l'instrument avec un soin minitieux pour mesurer l'intensité de la radiation solaire au cours d'une éclipse.

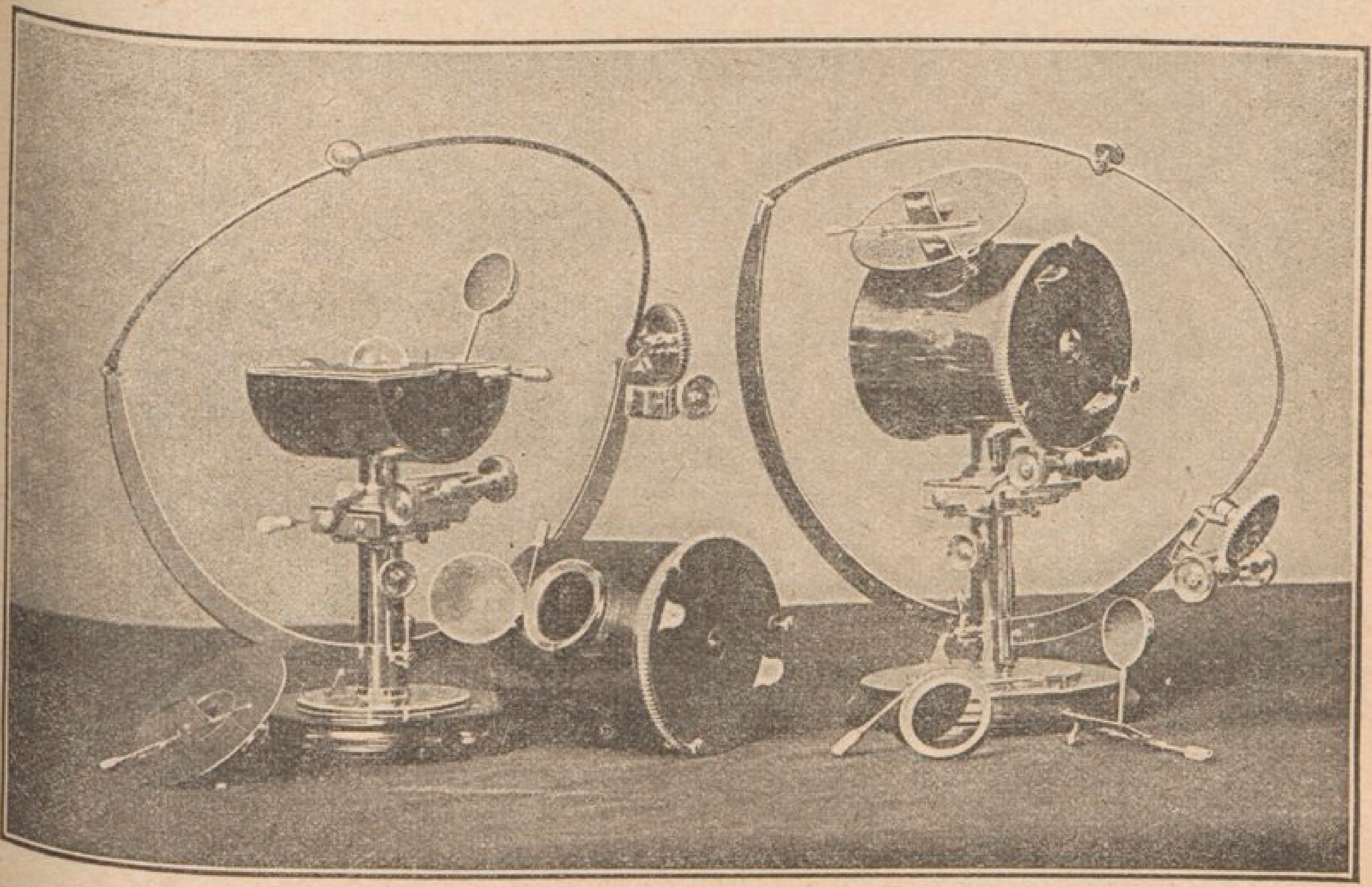
la chaleur absorbée par le bâton au soleil égale l'énergie fournie au second par le courant électrique et qu'on peut déterminer de façon particulièrement exacte.

Le pyranomètre Abbott-Aldrich, comprend un cercle équatorial, monté sur un pied, et dont l'axe supporte une petite calotte métallique ainsi qu'un couvercle nickelé percé d'un trou central, tous deux déplaçables au moyen de boutons à vis. La partie centrale et essentielle de l'instrument a une forme hémisphérique ; elle est recouverte de deux petites calottes... damment du soleil, dont une pièce annexe arrête les rayons, soit cacher tout l'appareil sous le grand écran. Lorsqu'on expose le pyranomètre à la lumière, les radiations frappent simultanément ses deux bâtonnets de manganine noircis et leur communiquent une égale quantité de chaleur, car ils possèdent même surface et se trouvent placés dans des conditions identiques. Mais, comme l'un d'eux est dix fois plus mince et plus conductible, il s'échauffe moins, d'où déviation du galvanomètre. L'observateur lit

alors cette déviation puis abrite l'appareil du rayonnement au moyen de la calotte et règle ensuite l'intensité du courant reçu par les bâtonnets, de façon à ramener le galvanomètre exactement au même point qu'auparavant. A cet instant, l'énergie fournie et transformée en chaleur égale celle absorbée par les bâtonnets à la lumière.

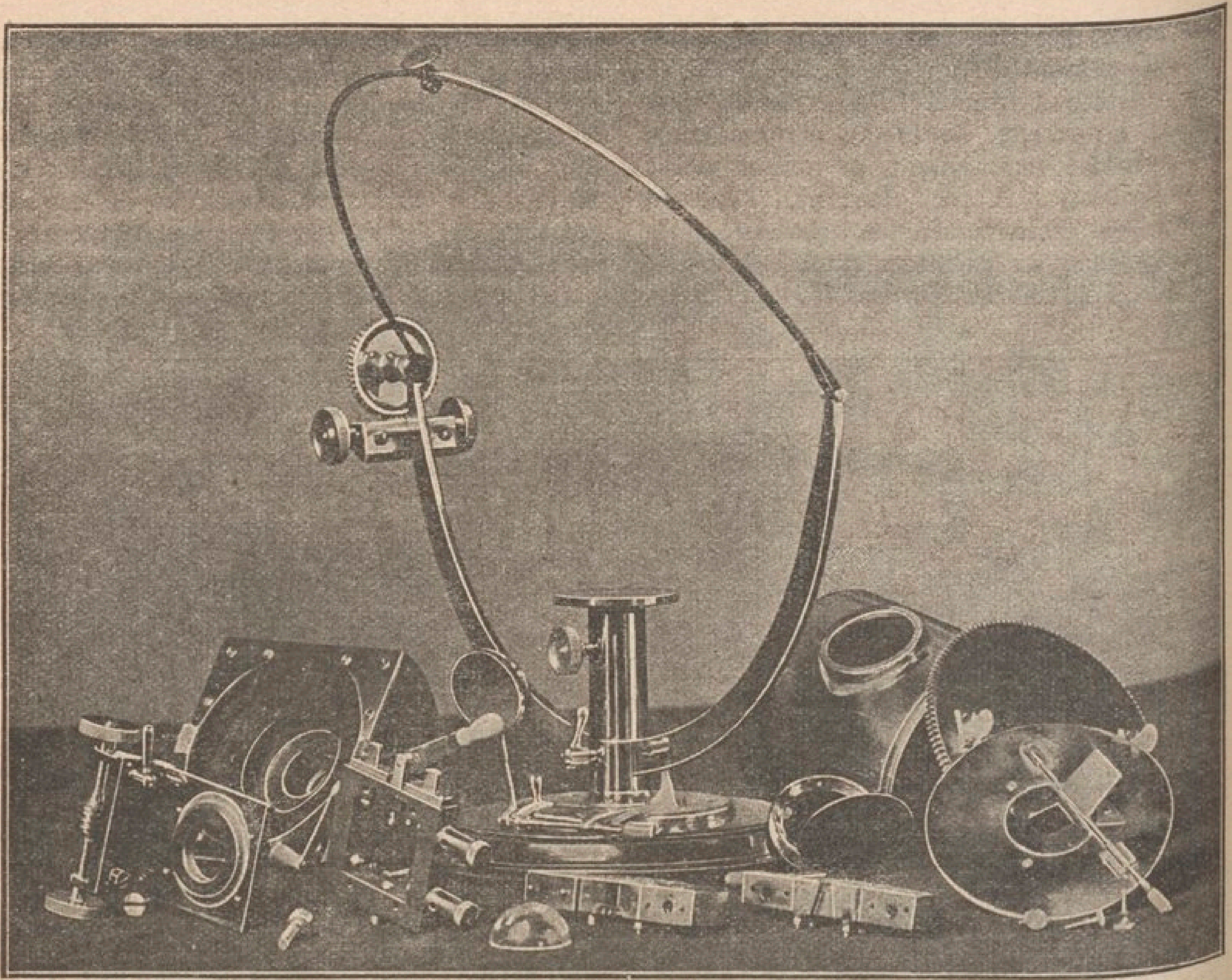
Quant à M. Charles Nordmann, de l'Observatoire de Paris, il a obtenu, à l'aide de son *photomètre stellaire hétérochrome*, entre autres résultats intéressants, la mesure de la température effective de certaines étoiles. Cet appareil consiste en un dispositif latéral qu'on met à l'oculaire d'un équatorial et qui permet, comme dans le photomètre Zollner, de juxtaposer à l'image focale de l'astre étudié celle d'une étoile artificielle ; cette partie de l'appareil comporte deux nicols, M. Nordmann ayant supprimé le troisième nicol et la lame de quartz du dispositif de Zollner; de plus, entre le foyer et l'oculaire, normalement à l'axe équatorial et sur le trajet commun des faisceaux lumineux de l'étoile observée et de l'astre artificiel, se trouve un barillet mobile dans une glissière et portant des cuves à liquides colorés rapidement interchangeables. On a, de la sorte, des séries d'images monochromatiques de l'étoile étudiée et de l'étoile artificielle. Pour exécuter ces mesures, il suffit de réaliser l'égalité d'éclat des deux images au moyen des deux nicols pourvus de cercles gradués et qu'on dispose convenablement sur le trajet des rayons de l'astre artificiel.

Cet astre artificiel jouant le rôle d'étalon secondaire s'obtient par la condensation de la lumière qu'une lampe Osram à filaments métalliques (de 4 volts sous 1 ampère) projette sur une ouverture circulaire Des accumulateurs alimentent cette petite source lumineuse, qu'on règle au moyen d'un rhéostat et d'un voltmètre de précision. Le savant astronome a pu s'assurer qu'on maintient aisément le voltage aux bornes de la lampe constant à 1/100e de volt près, en touchant au rhéostat une ou deux fois par heure seulement. Or cela correspond à une variation insensible d'éclat de l'astre artificiel. Quant aux écrans, grâce aux dérivés colorés de l'aniline, M. Nordmann a réussi facilement à composer des liquides ne laissant passer que des radiations comprises entre telles ou telles longueurs d'onde. Jusqu'ici il a



PYRANOMÈTRE CONSTRUIT PAR LES SAVANTS AMÉRICAINS ABBOTT ET ALDRICH

Pour mesurer la radiation nocturne, on enlève le petit globe de verre qu'on voit sur l'instrument de gauche, tandis que le pyranomètre de droite est monté pour l'observation solaire, avec l'écran destiné à exclure le rayonnement céleste. Pour l'étude d'une petite région, on emploie une plus large ouverture qu'on voit sur le devant de la photographie, au pied des appareils.



LES DIVERSES PIÈCES (DÉMONTÉES) DU PYRANOMÈTRE ABBOTT-ALDRICH

Au milieu : cercle équatorial et son support; à gauche : couvercles nickelés percés d'un trou central; au pied de l'instrument : les deux petites calottes, l'une de verre servant d'écran contre les rayons ultra-violets, l'autre nickelée et mobile; à droite : écrans divers et partie centrale hémisphérique abritant les deux bâtons de maganine.

employé trois écrans, constitués par des solutions vertes, rouges et bleues, incluses dans des cuves à glaces parallèles de 5 millimètres environ d'épaisseur intérieure.

L'écran vert laissait passer la partie du spectre comprise entre $\lambda = 0\mu.59$ et $\lambda = 0\mu.49$ environ; l'écran rouge, la partie située entre $\lambda = 0\mu.59$ au rouge externe de l'écran bleu et $\lambda = 0\mu.49$ au violet extrême.

D'autre part, l'étalonnage du photomètre s'évaluait au moyen de pointés sur les âmes de fours électriques portés à diverses températures, comprises entre 1.400° et 3.600°, températures mesurées également à l'aide du pyromètre Féry (Voir la photo page 424).

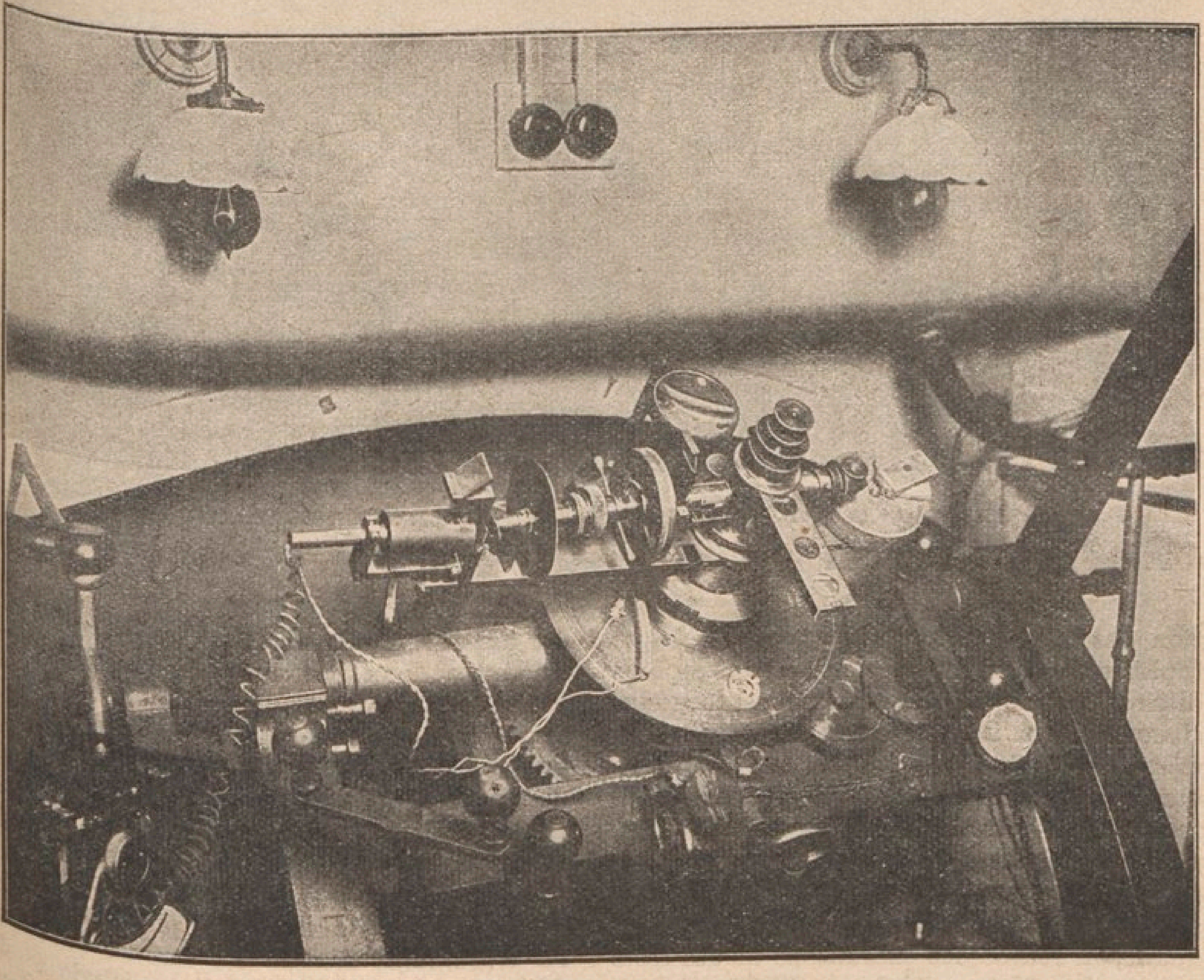
Des premières déterminations faites au petit équatorial coudé de l'Observatoire de Paris avec le photomètre hétérochrome, il semble résulter que cette méthode des images monochromatiques fournit d'une manière simple et indépendante des causes d'erreurs subjectives inhérentes aux procédés antérieurs, la mesure et les rapports des lumières globales des étoiles. Elle permet, en outre, de s'attaquer à un certain nombre de problèmes d'astronomie physique et, en particulier, de mesurer les *températures stellaires*. Ces déterminations reposent sur le fait que si les spectres de deux sources possèdent une intensité identique dans leur partie médiane mais manifestent de grandes différences d'éclat à leurs extrémités, la source dont l'éclat est prépondérant, dans le bleu, a la température la plus élevée et, quand on les compare, comme l'a fait M. Nordmann, à des flammes de température connue, il s'ensuit un procédé simple pour la mesure optique des températures astrales. Aussi le sagace observateur a constaté que la température du soleil égalait 5.990 degrés, c'est-à-dire bien supérieure à celle de l'arc électrique (3.600 degrés). Ce nombre concorde sensiblement avec ceux obtenus précédemment par les méthodes actinométriques ou pyrhéliométriques (5.773°

d'après Wilson, 6.200° d'après Scheiner et 5.360 degrés d'après Féry-Millochau).

Quant au tableau que nous donnons ci-après, il réunit quelques-unes des premières déterminations de températures d'étoiles :

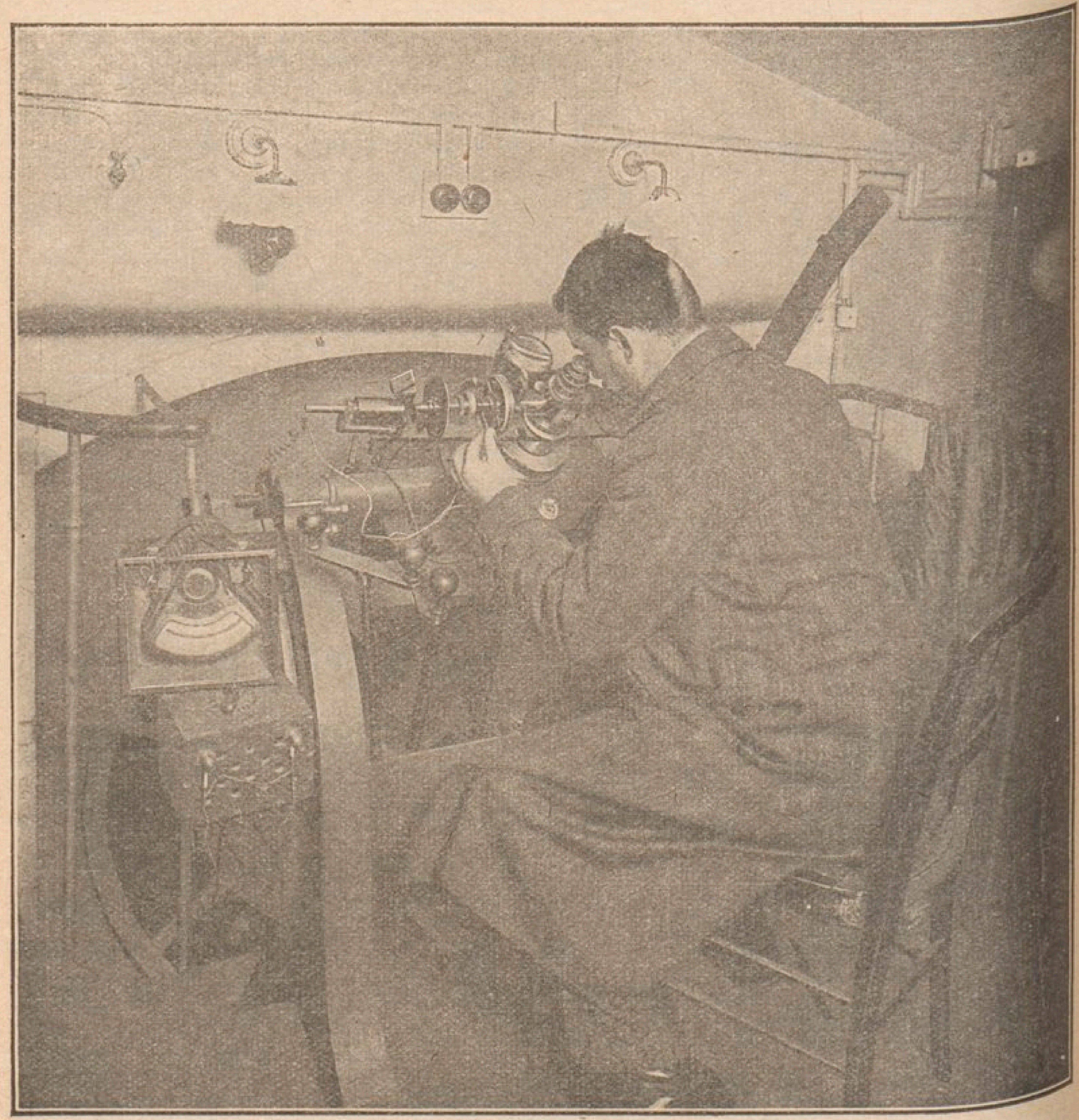
Nom de l'étoile	Température observée au photomètre hétérochrome
ρ Persée	2.870°
ζ Cephée	4.260°
γ Cygne	5.620°
R X Hercule	7.350°
Polaire	8.200°
α Lyre	12.200°
β Persée	13.300°
γ Lyre	14.500°
ε Persée	15.200°
δ Persée	18.500°
λ Taureau	40.000°

Les observatoires de l'université d'Harvard (Etats-Unis) et de Potsdam, en publiant de grands catalogues photométriques d'étoiles, commencèrent à jalonner cette route, que les astronomes croyaient moins pénible à parcourir. Pour mesurer les grandeurs des étoiles qu'ils étudièrent, les observateurs américains et allemands se contentèrent de mesurer au photomètre la lumière globale de chacune d'elles. Or ces astres étant diversement colorés, les chiffres obtenus se trouvent affectés d'erreurs d'ordre physiologique. On avait, du reste, remarqué depuis longtemps que les estimations d'éclat des étoiles variables (surtout lorsqu'il s'agissait d'étoiles rouges) manifestaient des différences individuelles importantes. Ainsi l'examen comparé des catalogues de Harvard et de Potsdam montre que l'éclat d'une étoile rougeâtre diffère dans les deux documents ; rapporté à une étoile blanche s'il a une valeur donnée E dans l'un, il aura, dans l'autre, la valeur $\frac{5}{2}E$ environ et réciproquement. Ces discordances systématiques semblent dues à deux sortes de causes. La première, d'ordre exclusivement physiologique, tient à ce fait que les sensations colorées proviennent de l'excita-



PHOTOMÈTRE STELLAIRE NORDMANN MONTÉ POUR UNE OBSERVATION

Le nouveau photomètre stellaire consiste en un dispositif latéral qu'on met à l'oculaire d'un équatorial. Il permet de juxtaposer à l'image focale de l'astre, dont on veut déterminer la température, celle d'une étoile artificielle (source électrique) jouant le rôle d'étalon secondaire.



OBSERVATION A L'AIDE DU PHOTOMÈTRE STELLAIRE NORDMANN

L'appareil est monté sur un équatorial, et l'astronome est occupé à mesurer la température d'une étoile.

tion des filets terminaux du nerf optique tapissant la rétine et qui sont de trois espèces différentes, respectivement et presque exclusivement sensibles les unes aux radiations rouges, les autres aux vertes, les troisièmes aux bleues et aux violettes. Or cette sensibilité relative varie beaucoup selon les individus, témoin le daltonisme, un des exemples les plus typiques de ces cas pathologiques. La sensation lumineuse produite par un astre donné, ou source des excitations de ces trois sortes de filets rétiniens, différera donc assez sensiblement d'un astronome à l'autre.

La seconde cause paraît être le phénomène découvert par Purkinje et qu'on peut énoncer ainsi. Quand un œil estime également brillantes deux sources, l'une bleue, l'autre rouge, si l'on donne dans la même proportion l'éclat des deux sources, la rouge paraîtra moins brillante que la bleue. Il en résulte que, pour un même observateur, l'estimation de la couleur d'une étoile dépend, toutes choses égales d'ailleurs, de la grandeur de l'astre et de l'ouverture de l'instrument. Heureusement le nouveau photomètre de M. Nordmann élimine ces erreurs dans les déterminations de la lumière globale ; il permet l'étude colorimétrique des étoiles aussi bien que celle de la dispersion lumineuse dans l'espace.

R. DE BELMONT

LES SUCCÉDANÉS DU SUCRE : SACCHARINE ET DULCINE

Par César VIBORG

Le nom de saccharine a été donné à deux substances absolument différentes : l'une, dérivée des sucres, mais de saveur amère, a été découverte en 1878 par Péligot ; l'autre, dérivée du goudron de houille, mais de saveur sucrée, fut trouvée un an après par Fahlberg et Remsen.

C'est, naturellement, cette dernière substance seulement qui est employée comme l'un des principaux succédanés du sucre.

On l'a retirée des produits de l'oxydation, au bain-marie, de l'*orthocrésylsulfonamide* par le permanganate de potasse. Elle cristallise en prismes courts, agglomérés, et fond avec décomposition partielle, vers 220°. Elle est sublimable, très peu soluble dans l'eau froide, mais partiellement soluble dans l'eau bouillante, l'éther et la glycérine.

Elle donne, fondue avec de la potasse, de l'acide salicylique, et, chauffée avec de l'acide chlorhydrique, se dédouble à 150° en ammoniaque et acide benzoïque orthosulfonique. Elle ne réduit pas la liqueur de Fehling, comme le fait le sucre, mais, chauffée avec de l'acide sulfurique, trouble cette liqueur et en précipite l'oxydule cuivreux. Elle n'a, du reste, malgré sa dénomination assez heureuse, rien de commun, au point de vue chimique, avec les sucres, mais elle possède une saveur extrêmement sucrée

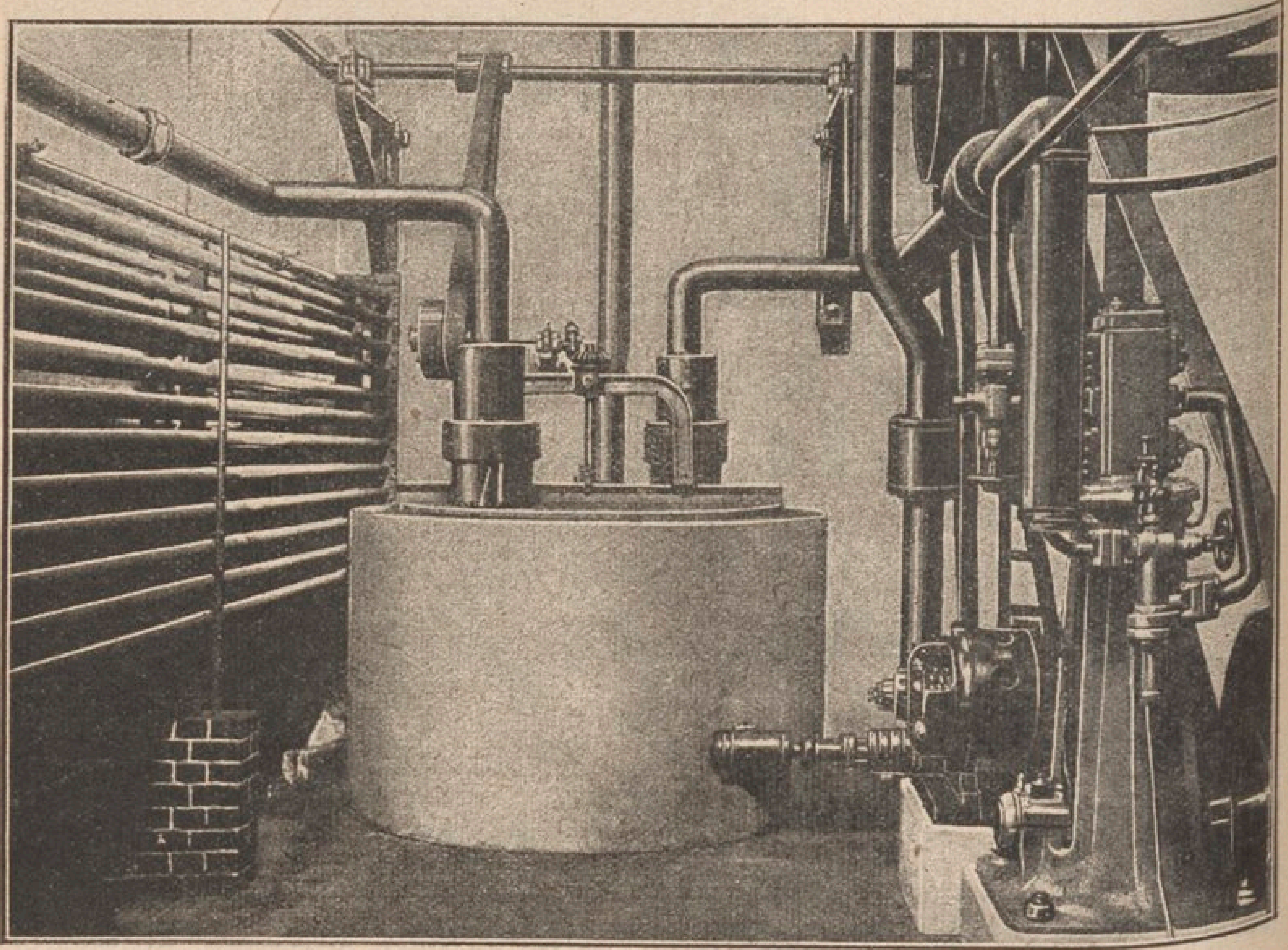
INSTALLATION POUR LA PRODUCTION RAPIDE, ET EN GRANDES QUANTITÉS, DU TOLUÈNE SULFOCHLORURÉ PAR MÉLANGES A CHAUD

Les acides, refoulés dans les tuyaux de communication, viennent agir sur le toluène contenu dans les cuves en quantités déterminées (Photographie prise dans les usines Poirrier, à Saint-Denis).

qui a fait penser tout de suite à sa substitution, comme édulcorant, au sucre ordinaire.

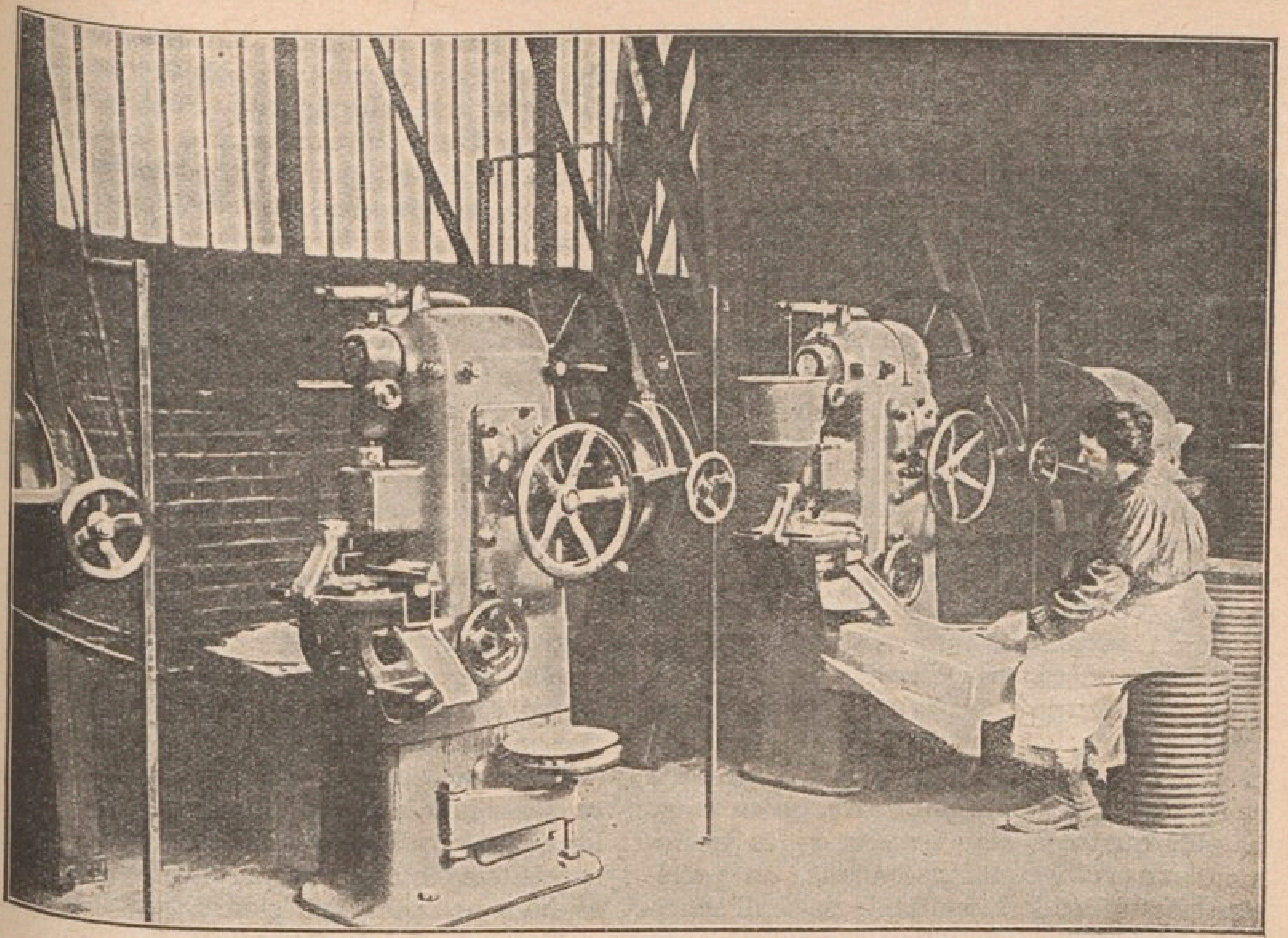
Dès 1886, Fahlberg lui-même, son inventeur, fondait à cet effet, avec List, une société pour sa fabrication en grand en partant du toluène qu'il transformait tour à tour par une série d'opérations longues et compliquées, dont nous parlerons plus loin, en acide sulfoné, en sels calcique et sodique, en sulfochlorure, en orthosulfamide, en sulfobenzaminate, enfin, en saccharine. L'opération est, d'ailleurs, demeurée fort dispendieuse, et, aujourd'hui encore, chacun sait combien le prix de vente du produit est élevé (450 francs environ le kilogramme, y compris les droits très forts payés à l'Etat). Mais elle sucre, lorsqu'elle est de première qualité, quatre cent cinquante à cinq cents fois plus que le sucre ordinaire. Aussi l'employa-t-on sur une grande échelle, principalement en Allemagne, dans la fabrication des sirops, des liqueurs, des bières, des limonades, des conserves de fruits, de la pâtisserie, etc., d'autant plus qu'elle jouit de propriétés antifermentescibles, favorables à la conservation de ces substances. On lui donnait alors le nom de « sucre de Cologne ».

Cette saccharine est l'anhydride interne de l'acide sulfamidobenzoïque. Pour la préparer, on part du toluène, lequel est retiré des huiles légères du goudron de houille bouillant au-dessous de 150 degrés, et qui est, on le sait, la base de la tolite, ce puissant explosif employé par les Allemands pendant la guerre. On le chauffe au-dessous de 100 degrés avec de l'acide sulfurique fumant, en remuant jusqu'à combinaison totale. On verse dans l'eau, on sature par la craie, on filtre et on transforme en sel de soude qu'on évapore à sec. On obtient ainsi un mélange de sels ortho et paracrésylsulfureux qui est traité, en agitant, par le trichlorure de phosphore et un courant de chlore en chauffant ; on distille ensuite l'oxychlorure formé. Le contenu de l'appareil est alors fortement refroidi et essoré dans une turbine centrifuge. Le chlorure paracrésylsulfureux, qui a cristallisé sous l'action du froid, reste dans la turbine, tandis que l'ortho, resté liquide, s'écoule. Ce dernier dérivé est traité par le carbonate d'ammoniaque et donne en rendement théorique l'orthocrésylsulfamide et du



LA MACHINE FRIGORIFIQUE SPÉCIALE AVEC SA TUYAUTERIE

Cette machine sert à séparer, par congélation fractionnée, les toluènes sulfochlorurés (ortho et para) produits par l'opération que représente la figure précédente et contenus dans la cuve centrale.



VUE PARTIELLE D'UN ATELIER DE PASTILLAGE DE SACCHARINATE DE SOUDE

Le seau, conique à sa partie inférieure, qui est fixé sur le côté gauche de la machine en marche contient le produit. Il porte au fond une ouverture obturée par une soupape qui est reliée par une tige à un balancier susceptible d'osciller sur son axe. Une oscillation, soulevant puis laissant retomber la soupape, débouche un instant l'ouverture qui laisse tomber une quantité déterminée de saccharinate, laquelle, se formant automatiquement en pastille pendant sa descente dans le tuyau de sortie, va tomber dans une caisse réceptrice après avoir glissé le long d'un plan incliné.

sel ammoniac qu'on sépare par un lavage à l'eau. Celle-ci est ensuite soumise à l'oxydation par une solution suffisamment étendue de permanganate de potasse, et l'alcali qui se forme est neutralisé au fur et à mesure par un acide ; il fournit ainsi la saccharine.

On peut aussi oxyder le mélange des acides crésylsulfureux, ce qui donne un mélange d'acides sulfobenzoïques correspondants ; les sels de ces acides sont traités par le trichlorure de phosphore et le chlore, comme il est dit plus haut ; après avoir distillé l'oxychlorure, on ajoute la quantité calculée de carbonate d'ammoniaque et on chauffe en agitant ; il se forme un mélange de parasulfobenzamide insoluble et d'orthosulfamidobenzoate d'ammoniaque soluble dans l'eau. Celui-ci est dissous par l'acide chlorhydrique et donne directement la saccharine.

C'est là, en quelque sorte, le procédé classique de fabrication, mais il subit des modifications plus ou moins importantes, suivant les pays et suivant les fabricants. Ainsi, la Fabrique badoise d'aniline et de soude s'est fait délivrer par le gouvernement allemand un brevet pour un procédé de préparation de la méthylsaccharine, lequel comporte les opérations suivantes, en partant de l'acide paratoluedinométasulfureux :

1° On transforme 100 kilos de cet acide en dérivé diazoïque qu'on délaie dans une solution de 48 kilos de cyanure cuivreux et 104 k. 5 de cyanure de potassium pour 500 litres d'eau, à une température voisine de l'ébullition. Quand le dégagement tumultueux d'azote a cessé, on chauffe encore un peu à l'ébullition, puis on ajoute assez d'acide sulfurique dilué pour décomposer le cyanure de potassium en recueillant dans la potasse l'acide cyanhydrique dégagé ; on rassemble sur un filtre le cyanure cuivreux précipité, et on évapore la liqueur à cristallisation ; on obtient, à la suite de cette opération, de longs prismes jaunes à l'état cristallin et renfermant de l'eau de cristallisation, très solubles dans l'eau, peu solubles dans l'alcool ;

2° Le sel précédent est chauffé à 100-110 degrés pour le déshydrater, puis mélangé avec son poids de perchlorure de phosphore et chauffé à 100 degrés dans une cornue ; le mélange devient liquide ; à la fin, on chauffe plus fort pour distiller l'oxychlorure de phosphore. Le résidu, refroidi, est pulvérisé et lavé à l'eau, puis séché sur l'acide sulfurique ; on le fait ensuite cristalliser dans la ligroïne : c'est le chlorure de la cyanocrésylsulfurile, chlorure qui est fusible à 67 degrés ;

3° Ce produit, finement pulvérisé, est additionné peu à peu d'une à deux fois son poids d'ammoniaque aqueuse à 20 % en refroidissant au besoin ; puis on chauffe au bain-marie pour compléter la réaction ; on laisse refroidir, on filtre et on lave la sulfamide à peu près insoluble dans l'eau et dans l'alcool ; on peut la faire cristalliser dans la pyridine modérément chaude ;

4° 10 kilos de cette crésylsulfamide sont mis en suspension dans 50 kilos d'eau chaude et additionnée de soude à 40 degrés, jusqu'à ce qu'on ait une solution claire, qu'on laisse bouillir quatre à cinq heures; après traitement au réfrigérant ascendant, on précipite par un acide la sulfinide méthylbenzoïque qu'on fait recristalliser dans l'eau ; on obtient ainsi des prismes incolores, brillants, de méthylsaccharine, d'un goût très sucré.

La saccharine, qui, est presque insoluble dans l'eau, un peu soluble dans l'alcool, l'éther, l'acétate d'amyle, forme, avec les alcalins, des sels beaucoup plus solubles qu'on utilise généralement dans la pratique. Le saccharinate de soude est le plus répandu sous le nom de cristallose ou de sucrose ; on le prépare facilement en versant une solution de carbonate de soude sur la saccharine ; celle-ci se solubilise progressivement en même temps que le liquide présente une vive effervescence par dégagement de l'acide carbonique du carbonate. Le saccharinate d'ammoniaque est connu sous le nom de sucramine ; enfin, nous venons de décrire sommairement le mode de préparation du dérivé méthylé, à la Fabrique badoise d'aniline et de soude, dont le pouvoir sucrant est encore plus intense que celui du sel de soude.

En France, on n'emploie guère que le sel sodique ; en Italie également. En Angleterre et aux Etats-Unis, où la production et la consommation sont libres, où on n'a jamais établi aucune prohibition de ses usages, on emploie les divers sels.

C'est en Allemagne que la production de la saccharine prit naissance, c'est là qu'on la fabriqua sur une très grande échelle.

En France, la fabrication fut tentée, à diverses reprises, sur une échelle restreinte, il est vrai, mais elle fut vite entravée, car on y vit un danger de concurrence économique qu'elle présentait pour l'industrie sucrière ; de plus, le gouvernement craignit de voir tarir ou diminuer la source de revenus que présentait pour lui la consommation du sucre. On créa donc à son sujet une législation des plus sévères, presque draconienne.

Outre la prohibition d'importation en France et en Algérie, une loi du 30 mars 1902 interdit l'emploi de la saccharine pour tous usages autres que ceux de la thérapeutique; sa fabrication et sa circulation furent soigneusement contrôlées par des agents spéciaux du ministère des Finances.

Un décret du 12 avril 1902 prescrivit aux pharmaciens, seuls détenteurs autorisés de saccharine, une comptabilité rigoureuse sur un registre préalablement paraphé et soumis au contrôle des inspecteurs de pharmacies.

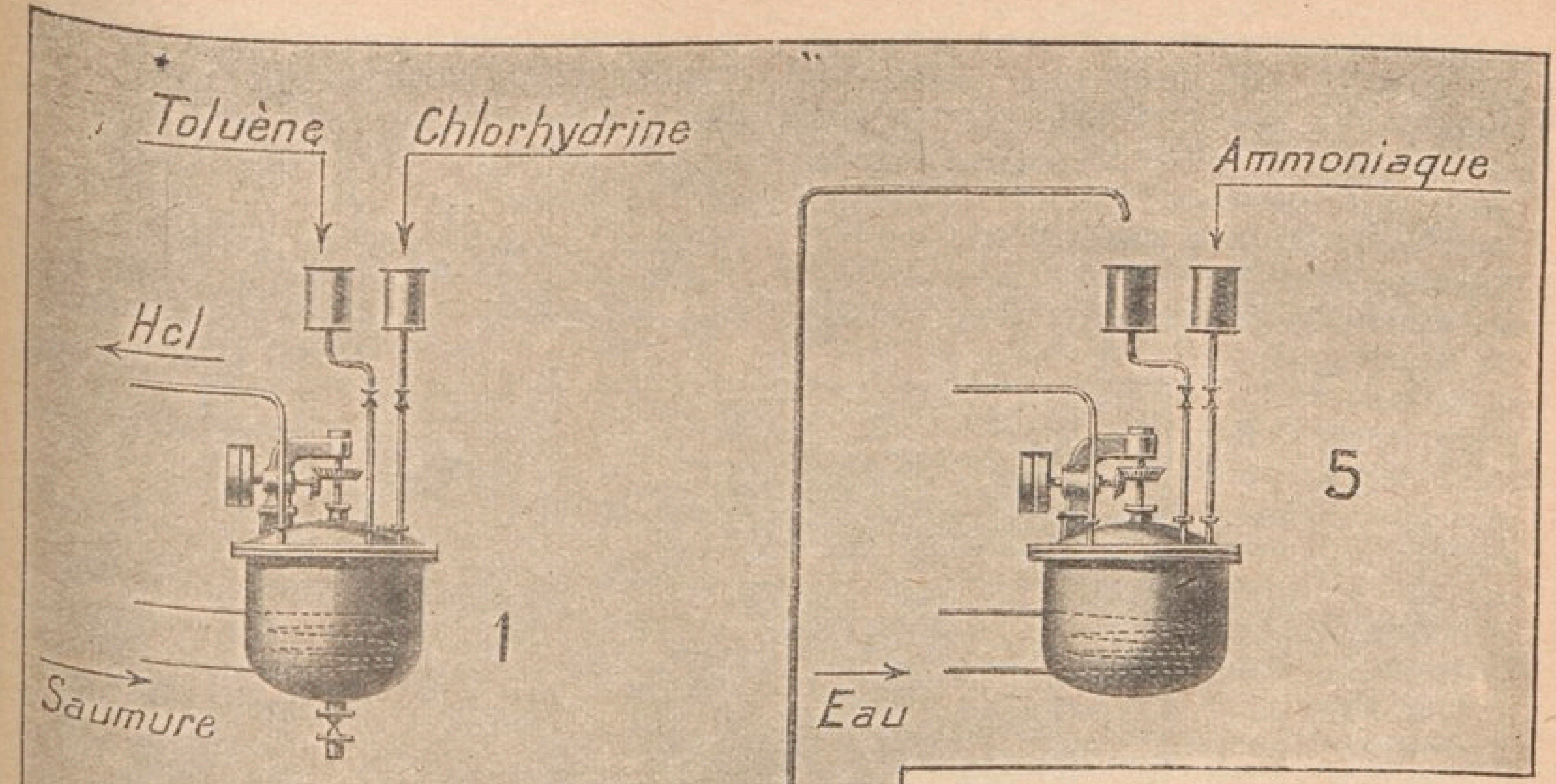
Un décret du 16 mai 1905 étendit les précautions administratives aux industriels utilisant la saccharine pour la préparation de spécialités pharmaceutiques ou d'aliments de régime, pour les diabétiques, par exemple.

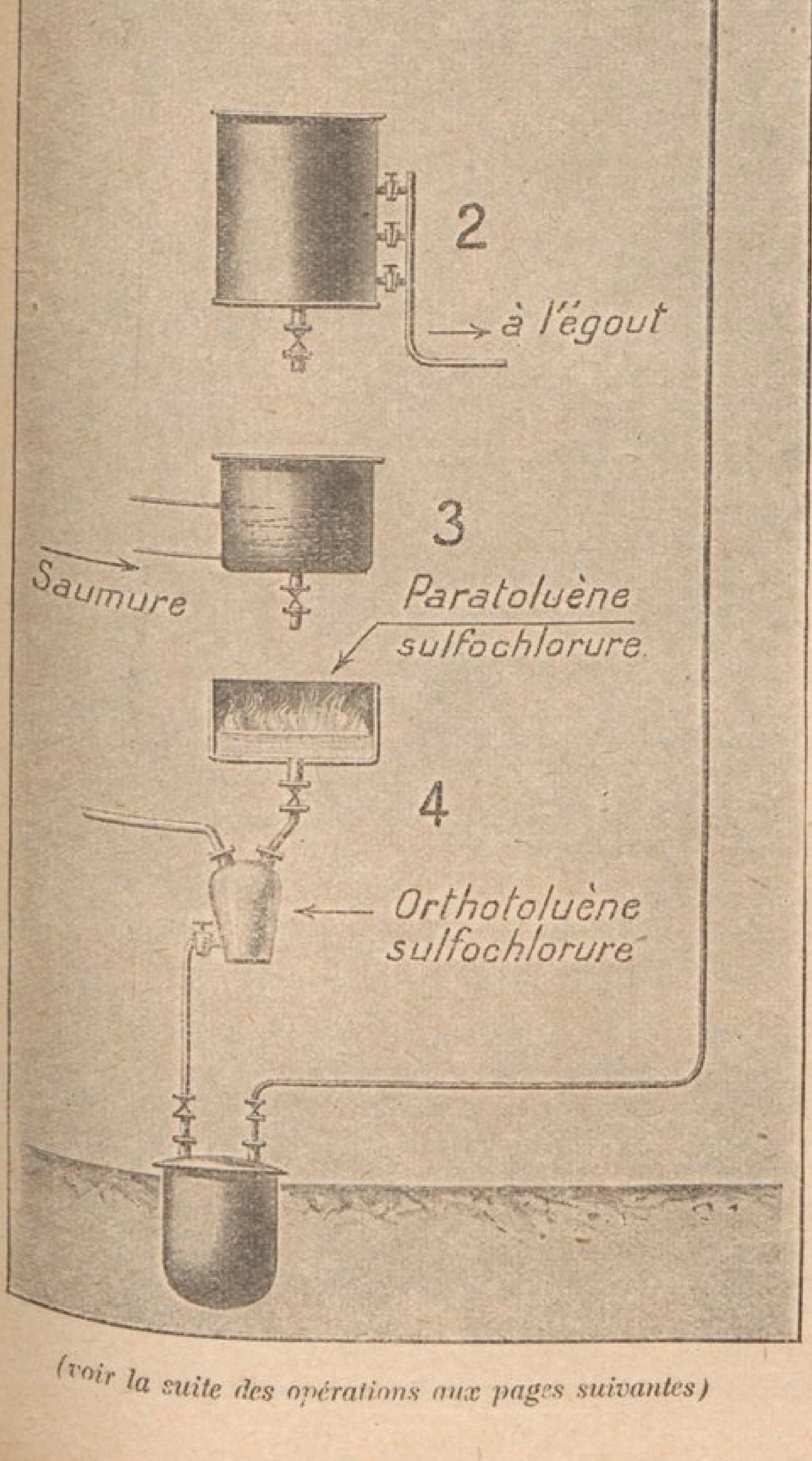
Une autre loi du 8 avril 1910 étendit ces dispositions à tous les produits chimiques, toutes les substances susceptibles d'être transformés sans difficulté en saccharine.

Enfin, une dernière loi du 19 juillet 1914 assimila la simple détention de la saccharine par des particuliers à la fabrication industrielle clandestine de ce produit.

C'était là, on le voit, une législation des plus complètes et aussi très efficace, car la fabrication prohibée était très rare.

Mais la guerre vint. La région du nord de la France, où la culture de la betterave est très développée, est envahie ou ravagée, les sucreries sont détruites en grand nombre, la culture ne peut plus se faire sur une vaste étendue. Bientôt, le stock disponible de sucre diminue puis il vient à manquer. On aurait pu, en temps normal, remédier facilement à la crise par les importations, et, notamment, par celles du sucre de canne, toujours abondant dans les colonies, malgré la concurrence acharnée que lui fait la betterave. Mais il faut aller chercher ce sucre lointain, l'apporter aux ports de France, et les bateaux manquent. Ceux dont nous pouvons disposer sont indispensables pour le transport des produits alimentaires de première nécessité, tels que le blé ou la farine. De plus, le danger des torpillages par sous-marins commençait à devenir extrêmement sérieux et le prix des frets avait augmenté





LES DOUZE OPÉRATIONS EFFECTUÉES A L'USINE DE SAINT-DENIS POUR LA FABRICATION DE LA SACCHARINE
1, *appareil de sulfochloruration par combinaison du toluène, de l'acide sulfurique fumant et de la chlorhydrine ;* 2, *laveur déversant à l'égout les eaux de lavage;* 3, *appareil de congélation fractionnée;* 4, *séparation des deux isomères toluènes-sulfochlorures (ortho et para) ;* 5, *fabrication de l'amide par l'ammoniaque.*

(voir la suite des opérations aux pages suivantes)

dans d'énormes proportions.

Il put y avoir néanmoins des importations, et d'assez nombreuses cargaisons nous parvinrent d'Amérique, mais au prix d'une sortie d'or et d'une diminution de tonnage.

Il fallut en arriver au rationnement du sucre, d'abord léger, puis plus resserré, et, pour mieux assurer le ravitaillement, on supprima la distribution à toutes les industries dont les produits n'étaient pas indispensables à l'alimentation, la confiserie, par exemple.

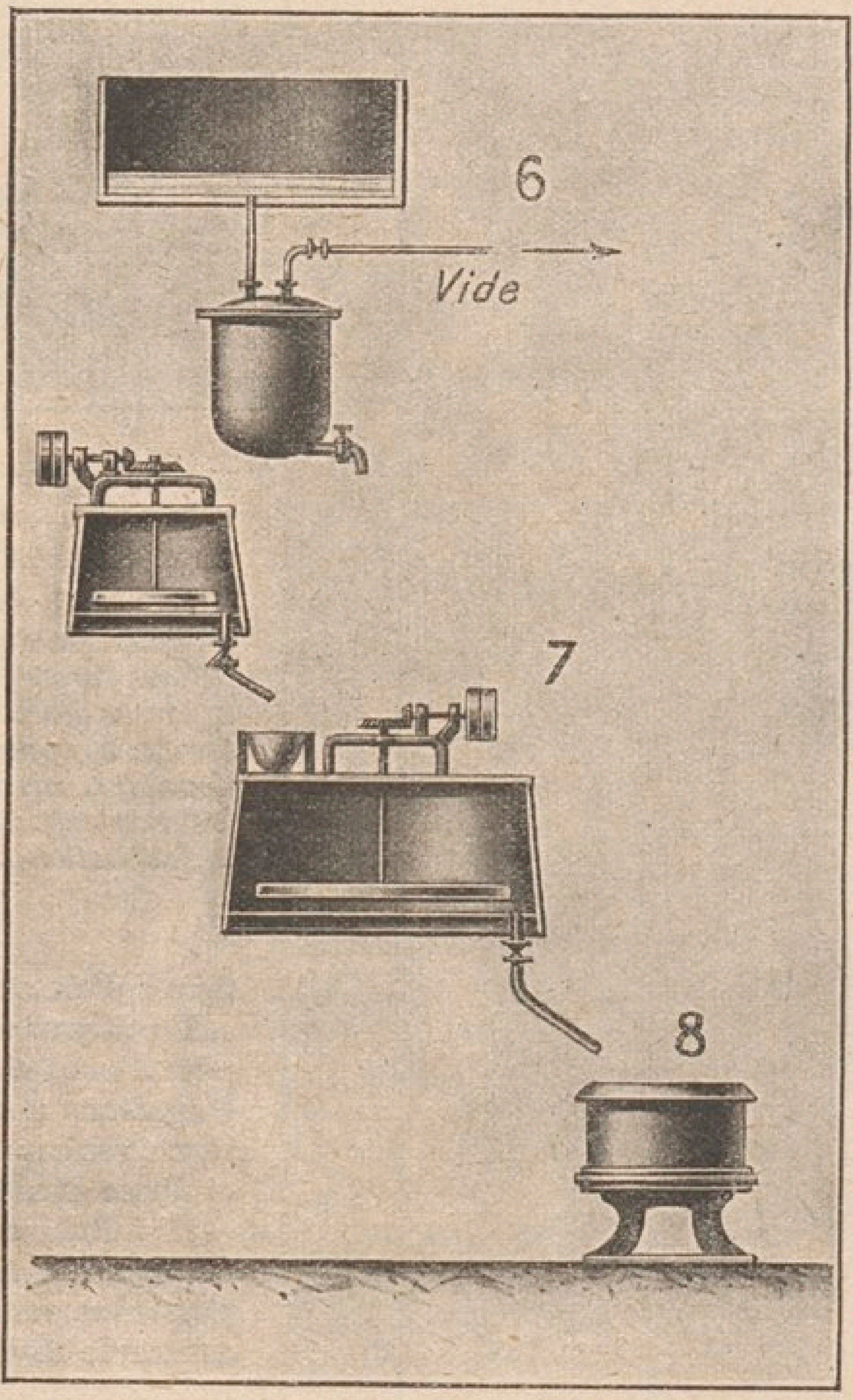
Ce fut alors qu'on songea à utiliser la saccharine et à modifier notre législation dans ce but. Mais il y eut de l'opposition à cette mesure, et bien des hésitations. On rappela qu'elle n'a aucune qualité nutritive, ce qui est hors de doute, puisqu'elle traverse l'organisme sans être décomposée et on la retrouve dans les urines telle qu'elle a été absorbée ; elle est difficilement assimilable, et ne va pas, au

point de vue digestif, sans inconvénients ; elle provoque facilement des troubles de la nutrition, et elle est d'ailleurs toxique à dose peu élevée, soit quelques décigrammes par jour. Les insectes ne touchent pas aux aliments qui en contiennent. Même son ingestion à très petite dose rend les digestions plus lentes et plus pénibles, et son usage pendant un temps prolongé est au moins imprudent. Certains même vont plus loin, et l'accusent des pires méfaits, comme celui de provoquer la dyspepsie, et le docteur Ross lui a attribué, ainsi qu'à tous les autres dérivés du goudron de houille, la possibilité de favoriser le cancer chez certaines personnes prédisposées.

Ces accusations, bien que quelques-unes aient un léger fondement, sont assurément très exagérées. Des personnes, à diverses reprises, ont absorbé des doses relativement fortes de saccharine sans qu'il en résultât un accident aigu ; beaucoup de diabétiques en ont consommé journellement pendant de longues périodes sans aucun trouble, et l'on a l'assurance qu'elle traverse l'organisme sans provoquer aucune réaction. Son pouvoir, très légèrement antiseptique, la rend, il est vrai, capable de ralentir plus ou moins les actions digestives, surtout quand elle est absorbée en forte quantité ou quand l'estomac, pour une cause quelconque, ne fonctionne pas d'une façon normale.

D'ailleurs, en Angleterre et aux Etats-Unis, où on l'employait couramment et depuis longtemps, notamment pour sucrer certaines boissons, telles que la limonade, on ne constata jamais qu'elle eût des effets fâcheux. C'est donc par suite d'un simple préjugé que son emploi s'est beaucoup moins répandu en France que ne l'avaient espéré les services du Ravitaillement lorsqu'ils en avaient envisagé la fabrication par grandes masses.

Enfin, la guerre ayant diminué la production du sucre dans le monde entier, les pays qui avaient réglementé plus ou moins sévèrement la fabrication et le commerce de la saccharine dans le but de protéger, soit la santé publique, soit leur culture et leur industrie sucrières, soit leurs droits fiscaux, ont tous modifié dans un sens libéral leur législation à ce sujet.



LES SIXIÈME, SEPTIÈME ET HUITIÈME OPÉRATIONS
6, *isolement de l'amide brute ; 7 et 8, purification de l'amide.*

En Allemagne, une ordonnance du 10 mars 1916 a autorisé l'usage de la saccharine dans les jus de fruits naturels et artificiels (limonades, etc.), les conserves de fruits et compotes, les vins mousseux, les vins de fruits, les bières, le vinaigre, la moutarde, les dentifrices. Postérieurement, son emploi fut étendu aux pâtisseries, cafés, hôtels, etc., pour la consommation courante. C'était, en somme, la liberté complète.

En Italie, un décret du 4 février 1917 a autorisé le ministre des Finances à faire fabriquer, importer et mettre en vente la saccharine et son sel de soude, soit purs, soit en mélange de sucre ; un décret du 11 mars de la même année a réglementé le contrôle du sucre sacchariné, dit sucre d'Etat, dont la consommation ne tarda pas à se généraliser.

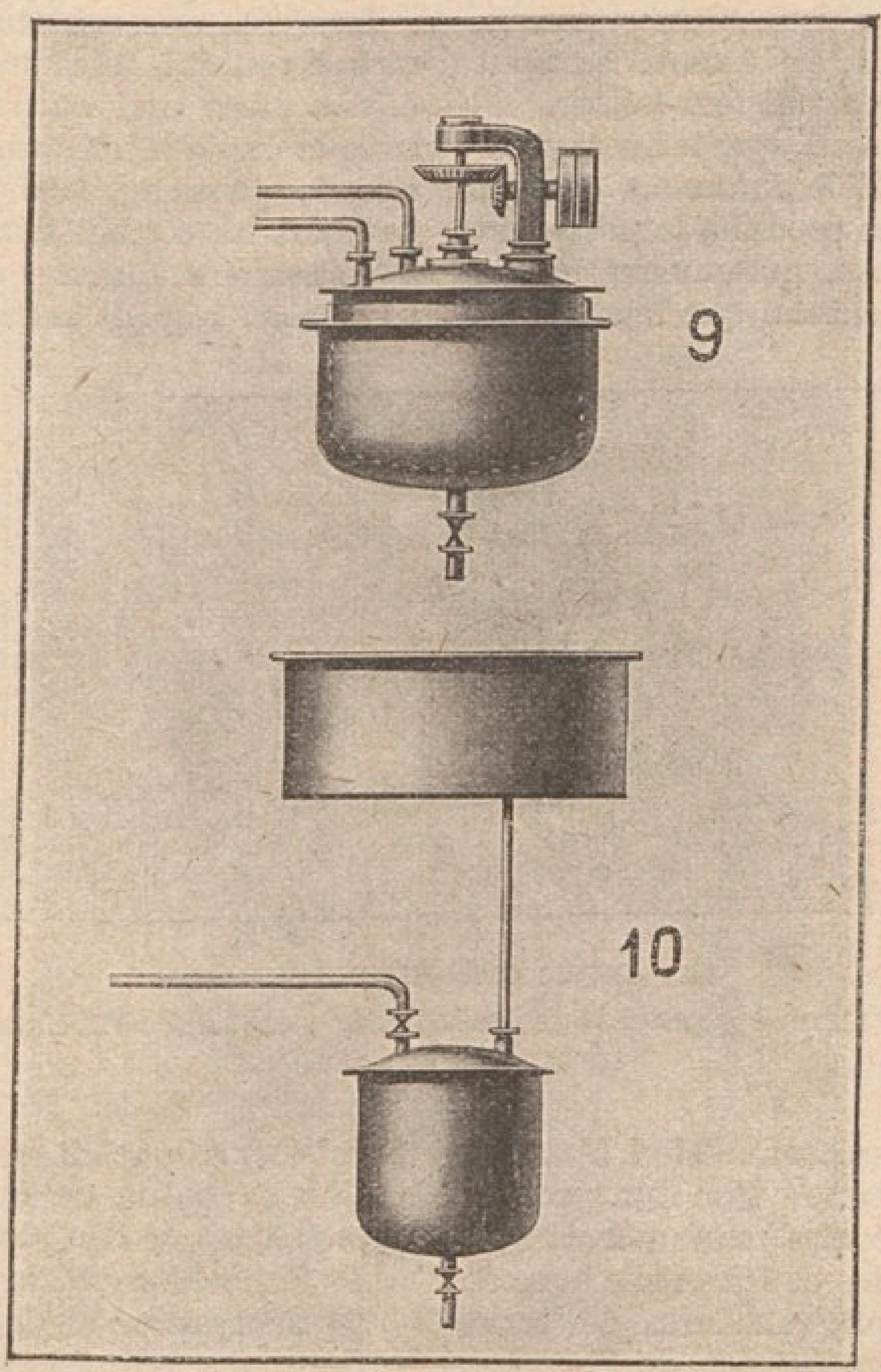
Cette utilisation de la saccharine sous forme de sucre sacchariné est une excellente idée que nous ferions bien d'imiter chez nous,

d'autant plus que la saccharine, employée seule, possède un léger arrière-goût amer qui s'atténue beaucoup en présence du sucre ordinaire. La saccharine est une substance qui ne possède aucune valeur nutritive, tandis que le sucre sacchariné, tout en ayant un très grand pouvoir sucrant, conserve au moins un certain pouvoir alimentaire. On pourrait ainsi maintenir notre ration de sucre à un taux assez élevé, et l'on facilite-rait la consommation de maintes autres substances très nourrissantes, mais dépourvues d'un goût propre agréable, par la fabrication de plats doux de farines, de riz, de cacao, etc...

Nous venons de dire que la saccharine n'était pas un sucre et ne possédait aucune valeur alimentaire : c'est, si l'on peut s'exprimer ainsi, un fantôme de sucre, et ceci demande quelques mots d'explication.

Le sucre ordinaire, de canne ou de betterave, que l'on appelle en termes scientifiques, le saccharose, est un véritable aliment qui présente le grand avantage d'être totalement et facilement digestible. Introduit dans notre économie, il se dédouble en glucose et en lévulose qui s'en vont se fixer en réserve dans le foie, sous forme de glycogène. Le sang vient y puiser au fur et à mesure des besoins de l'organisme pour le transporter aux muscles où il est brûlé par l'oxygène de l'air introduit dans le sang par le phénomène de la respiration ; il fournit ainsi de la chaleur vitale indispensable à l'entretien de la vie, et, de plus, il engendre l'énergie nécessaire au travail musculaire. Ne laissant aucun résidu, il est un aliment énergétique parfait. Il ne faut pas cependant qu'il soit ingéré en trop forte quantité, pendant longtemps, sans l'accompagnement d'autres aliments, car, alors, il présenterait des inconvénients assez sérieux pour la santé.

Mais son rôle dans l'organisme est tout aussi bien rempli par d'autres hydrates de carbone, l'amidon par exemple, et nous obtenons les mêmes réserves de glycogène en mangeant uniquement du pain, des farines, des légumes secs, de sorte que son emploi dans l'alimentation n'est nullement indispensable. Ces derniers produits ont même l'avantage de nous apporter, outre des hydrates de carbone, des albumines sans lesquelles la vie ne saurait se prolonger longtemps, et aussi des phosphates et divers sels non moins utiles, que le sucre ne contient pas ; de plus, ils laissent des résidus cellulosiques inutilisables au point de vue alimentaire, mais dont le rôle mécanique dans l'intestin n'est pas sans utilité, car il est nécessaire que toutes les fonctions s'effectuent.



LES NEUVIÈME ET DIXIÈME OPÉRATIONS

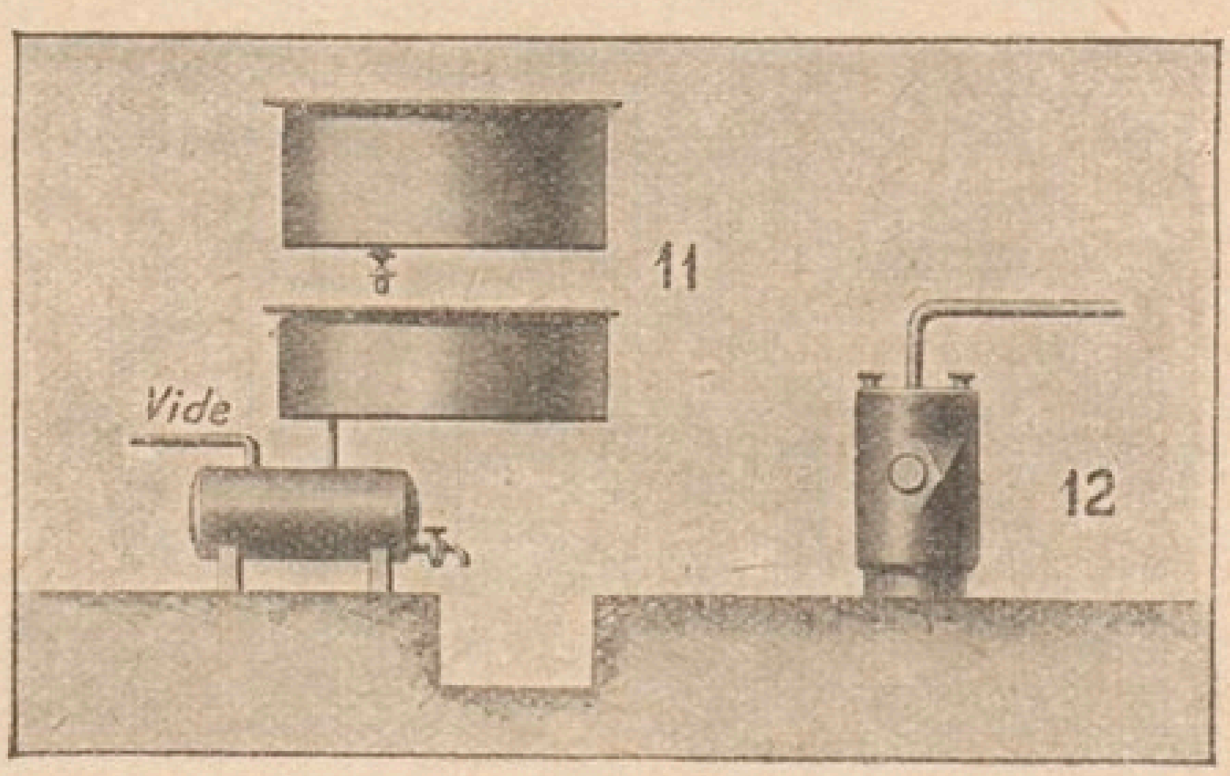
9, *oxydation par le permanganate de potasse ;* 10, *séparation des boues du manganèse.*

On peut donc parfaitement bien se passer de sucre pour s'alimenter convenablement, et le remplacer en absorbant une ration plus forte de farines et de féculents, plus abondants et moins coûteux. Il est à noter, d'ailleurs, que son usage ne s'est répandu et généralisé que depuis un siècle à peine, et que nos ancêtres, qui ne s'en servaient pas, qui ne le connaissaient même pas, n'en vivaient pas moins parfaitement bien.

Mais, ce qui nous prive, ce qui est pénible à notre gourmandise — il faut le reconnaître — c'est le goût sucré dont nous sommes frustrés, après y avoir été si complètement habitués qu'il est devenu chez nous un besoin.

Il est bon de dire, d'ailleurs, que ce goût sucré n'est pas complètement inutile, et, sans lui, certains aliments très nourrissants, tels que le riz, les farines, seraient trop souvent laissés de côté à cause de leur manque de saveur, tandis qu'additionnés de sucre (naturel ou artificiel), on les absorbe avec plaisir. Quelques-uns mêmes, comme le cacao, la rhubarbe, ne pourraient pas servir à l'alimentation si on ne leur donnait pas le goût sucré. Enfin, le sucre sert à confectionner des plats doux, appétissants et succulents, avec des produits qui, isolément, seraient mangés sans goût à cause de leur fadeur.

Il n'y a pas, il est vrai, que le sucre ordinaire qui soit susceptible de donner ce goût sucré ; certains autres produits le possèdent également : le glucose, notamment, qui a la même valeur alimentaire que le sucre, et qui est employé depuis longtemps dans l'industrie, spécialement pour la fabrication des confitures. Mais son goût sucré est deux fois moindre que celui du sucre ordinaire. On le prépare en traitant les fécules par divers procédés, et son rendement économique est médiocre. Quand la pénurie du sucre se fit sentir, on tenta de l'employer pour remplacer celui-ci. Mais son prix s'éleva de telle sorte qu'on dut y renoncer. D'ailleurs les fécules manquaient.



LES DEUX OPÉRATIONS FINALES

11, *précipitation et isolement de la saccharine ;* 12, *étuve à vide pour son séchage.*

Il y a aussi le miel ; ce fut même la seule substance sucrée qui, pendant de longs siècles, servit à l'alimentation de l'homme. Mais il sucre encore moins que le glucose, et il n'est produit qu'en quantités relativement très limitées qu'il semble bien difficile d'augmenter. D'ailleurs, son prix s'éleva considérablement et devint bientôt prohibitif.

Bref, en France, après bien des tergiversations, on se décida à faire comme les autres pays, c'est-à-dire à prévoir l'utilisation de la saccharine et à modifier en conséquence notre législation à l'égard de ce produit.

Le 7 avril 1917 parurent au *Journal officiel* deux lois, l'une autorisant l'emploi de la saccharine et autres substances édulcorantes artificielles pour la préparation de certains produits de consommation, l'autre portant imposition d'un droit intérieur de consommation de 200 francs par kilogramme de saccharine (lequel fut postérieurement augmenté dans de sensibles proportions).

Un décret, en date du 8 mai 1917, précisa les denrées et boissons pour la fabrication desquelles on pouvait employer la saccharine : vins mousseux et vins de liqueur (sauf les vins médicamenteux), cidres et poirés, eaux-de-vie et liqueurs (sauf celles pour l'exportation), limonades, le café, le thé.

La vente aux particuliers fut alors libre, mais il restait à fabriquer le produit, et nous étions assez mal outillés pour y parvenir avec la rapidité désirable. De plus, le manque de permanganate de potasse entrava pendant un certain temps la fabrication.

Néanmoins, diverses usines purent s'organiser sans trop de retard pour une production intensive, notamment la Société des Matières colorantes et Produits chimiques de Saint-Denis (usines Poirrier et Dalsace), laquelle mit sur le marché une saccharine dont la pureté et le pouvoir sucrant dépassèrent ceux, cependant réputés, qui sortaient avant les hostilités des grandes fabriques allemandes.

A l'usine de Saint-Denis, parfaitement outillée, la fabrication s'effectue en quatre grandes phases principales que l'on peut appeler classiques :

1° Sulfochloruration du toluène ;

2° Séparation des deux isomères produits : orthotoluènesulfochlorure et paratoluènesulfochlorure, le premier étant seul susceptible de donner la saccharine ;

3° Transformation de l'orthotoluènesulfochlorure en orthotoluènesulfamide ;

4° Transformation de l'orthotoluènesulfamide en saccharine, laquelle comporte, comme on sait, une oxydation réalisée par l'emploi du permanganate de potasse.

La séparation des toluènes sulfochlorures (ortho et para) s'effectue, ainsi que nous l'avons noté plus haut, par congélation fractionnée : le dérivé para cristallise et l'ortho reste liquide. Mais ce dernier est loin d'être d'une pureté complète, aussi est-il nécessaire de purifier ultérieurement l'amide

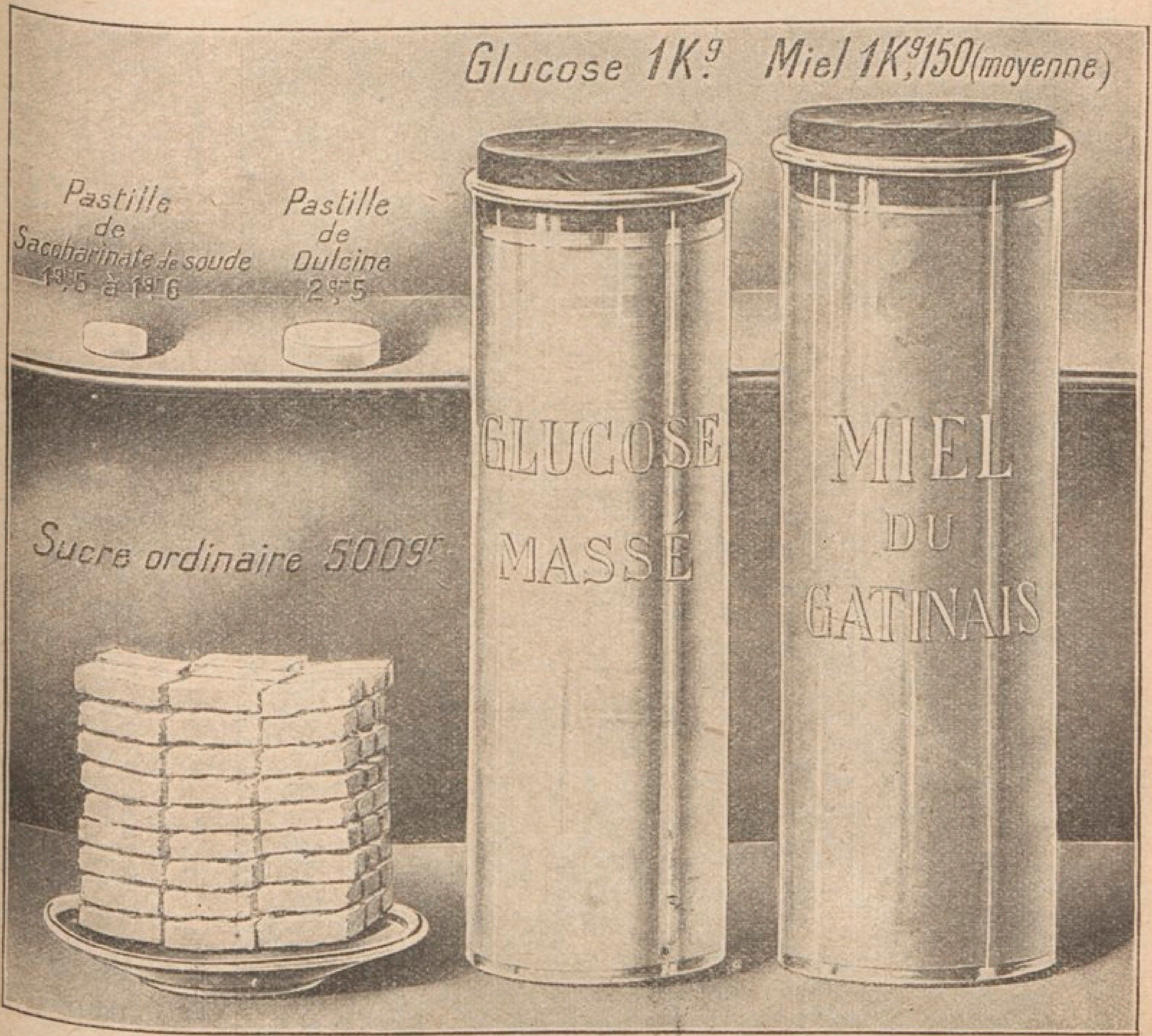
produite à l'effet de ne soumettre à l'oxydation finale que de l'orthotoluènesulfamide pure. C'est ce qui est fait à l'usine Saint-Denis avec le plus grand soin.

La saccharine finalement obtenue, et qui se présente sous la forme d'une poudre cristalline blanche, est très peu soluble dans l'eau, et il est indispensable, pour répondre aux besoins de la consommation, de la livrer sous une forme facilement soluble, celle de son sel alcalin, comme il est dit plus haut. On le produit, soit par fabrication directe, soit seulement au moment de la dissolution pour l'usage, la saccharine soluble livrée étant alors un mélange de saccharine pure et de bicarbonate de soude, lequel, en présence d'eau, donne, avec effervescence, du saccharinate de soude et de l'acide carbonique.

Les règlements ont nettement précisé que les mélanges de saccharine et de bicarbonate de soude seraient vendus uniquement d'après leur teneur en saccharine pure.

Disons, pour terminer, qu'il existe encore un produit, retiré par nos chimistes de leurs cornues, qui possède un goût sucré très prononcé, et qui, par conséquent, peut être employé en remplacement du sucre ordinaire. C'est la dulcine (paraéthoxyphénylurée) qui se présente sous la forme d'aiguilles incolores, légèrement solubles dans l'eau froide, et beaucoup plus dans l'eau bouillante. On la prépare en partant de l'urée et de la phénétidine. Elle a été préconisée pour les diabétiques, mais son pouvoir sucrant n'est que deux cents fois plus grand que celui du sucre, et elle est, par conséquent moins intéressante que la saccharine.

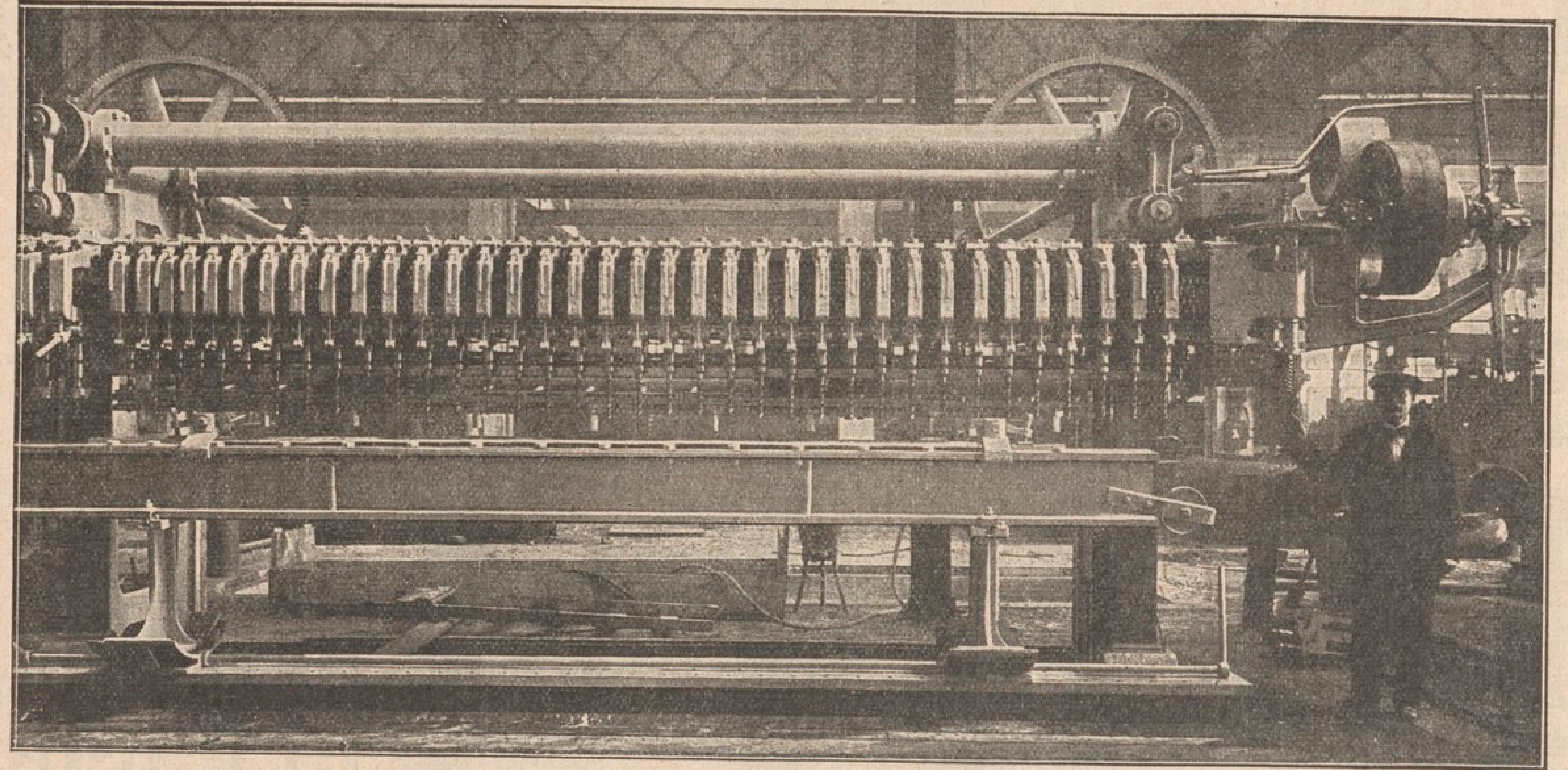
César Viborg.



REPRÉSENTATION COMPARATIVE DU POUVOIR ÉDULCORANT DES MATIÈRES SUCRÉES LES PLUS EMPLOYÉES DANS LA CONSOMMATION ET DE LEURS SUCCÉDANÉS

La quantité représentée des cinq substances possède très exactement le même pouvoir sucrant.

VRAISEMBLABLEMENT, LA PLUS GRANDE MACHINE A PERCER DU MONDE



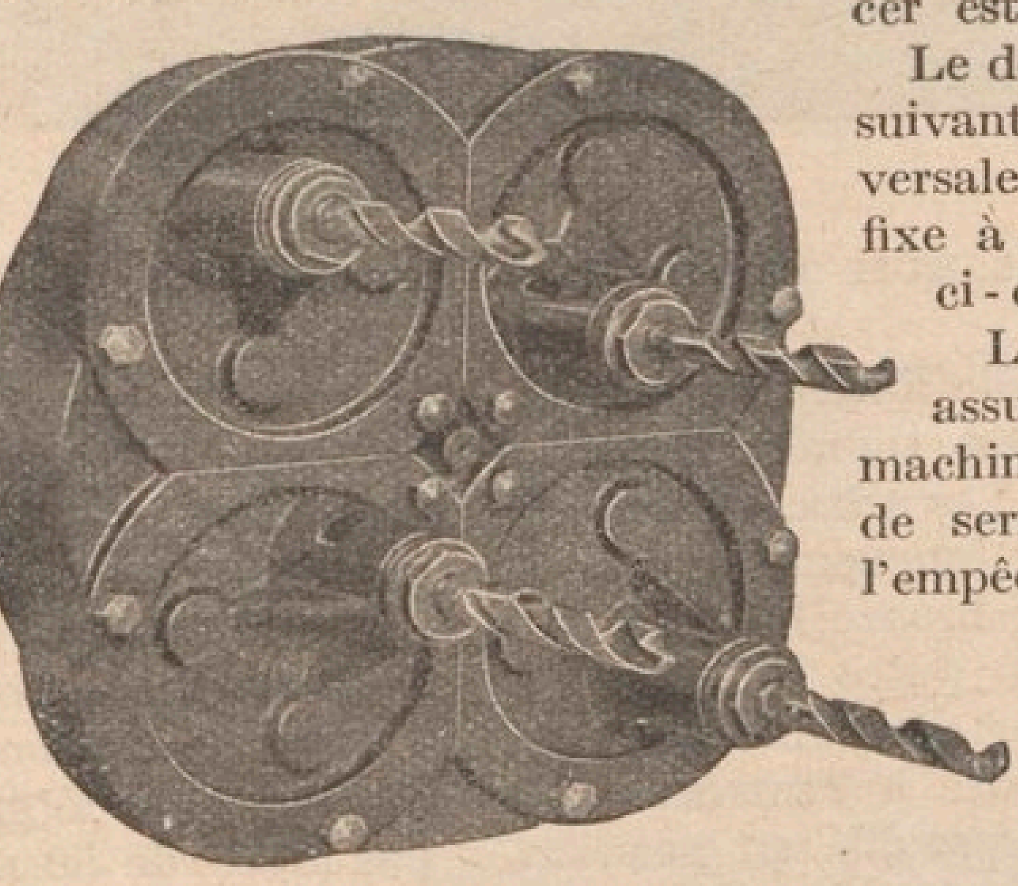
CINQUANTE MANDRINS PORTE-FORETS PEUVENT ÊTRE MONTÉS SUR CETTE MACHINE QUI LES ACTIONNE TOUS A LA FOIS

Ces mandrins sont montés verticalement sur un rail horizontal qui court d'un bout à l'autre de la machine ; ils sont parallèles mais peuvent, dans certaines limites, être plus ou moins espacés. Tous les mandrins sont actionnés simultanément par une large chaîne Galle entraînée elle-même mécaniquement par des renvois et tambours appropriés. Ils sont lubrifiés individuellement et, pour ne pas occasionner des dépenses d'huile exagérées, le graissage est automatiquement interrompu lorsque la machine s'arrête, ce qui se produit, également automatiquement, lorsque le perçage est terminé. Au moment de l'arrêt, une pression de 20 tonnes, qui maintient pendant l'opération la charpente à percer sur le banc de la machine, cesse automatiquement de s'exercer et libère par conséquent la pièce. Celle-ci est, on le conçoit, manutentionnée mécaniquement.

QUELQUES RÉCENTS PROGRÈS DANS LE PERÇAGE A LA MACHINE

Un type nouveau et très intéressant de mandrin porte-forets a fait récemment son apparition aux Etats-Unis. Sa caractéristique principale est de ne comporter aucun engrenage, bien qu'il soit conçu pour recevoir et, par conséquent, actionner plusieurs forets.

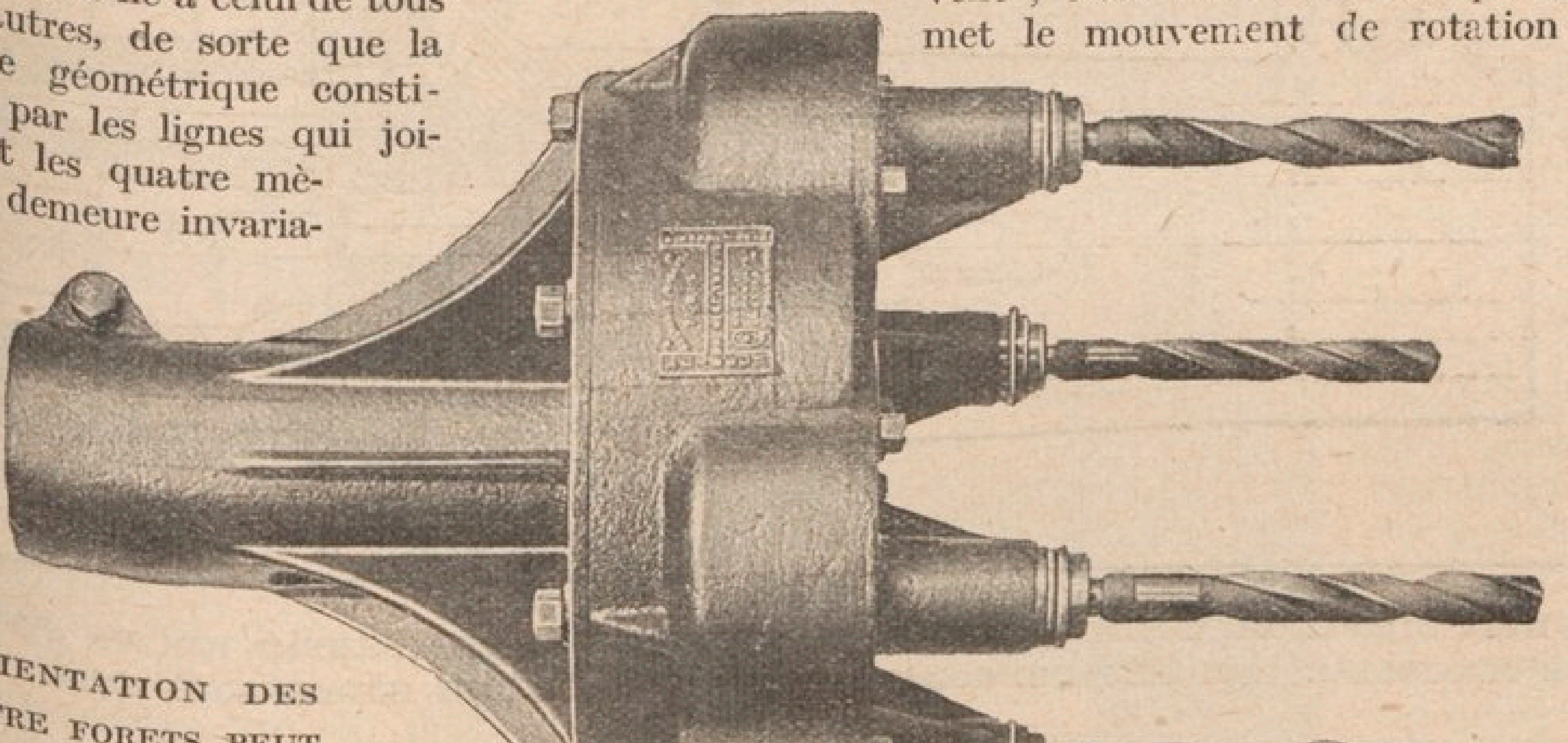
Ce mandrin se fait en deux modèles : un modèle fixe à huits forets et un modèle réglable à quatre mèches, dans lequel ces dernières peuvent occuper différentes positions par rapport au centre du système. Si l'on examine la gravure ci-contre on remarque, en effet, que chaque foret peut être déplacé le long d'une trajectoire circulaire ; cependant, le déplacement d'un foret particulier est lié à celui de tous les autres, de sorte que la figure géométrique constituée par les lignes qui joignent les quatre mèches demeure invariable et, par conséquent, toujours symétrique. Elle n'en est pas moins susceptible de se déplacer autour du centre du mandrin et comme sa position peut être réglée tandis que la machine est en marche, la mise au point du système par rapport aux repères que l'on a poinçonnés sur la pièce à percer est grandement facilitée.



MANDRIN A QUATRE MÈCHES ORIENTABLES PAR RAPPORT AU CENTRE DU SYSTÈME

Le dessin du bas de la page suivante est une coupe transversale du modèle de mandrin fixe à huit forets représenté ci-contre en perspective.

La tête du mandrin est assujettie à l'arbre de la machine au moyen de l'écrou de serrage *A* ; un butoir *B* l'empêche de tourner sous l'effort du travail de l'outil. Le roulement à billes *C*, monté sur l'arbre conique procure à la tête un point d'appui supplémentaire et constitue la première liaison entre la partie mobile et la partie fixe du mandrin. L'arbre conique, en acier trempé et poli, se termine à sa partie antérieure par une manivelle ; c'est cette dernière qui transmet le mouvement de rotation aux huit forets ; elle est surmontée d'un roulement à billes *E* sur lequel est montée, à son tour, la plaque de transmission *F*, qui oscille lorsque l'arbre conique tourne. Dans cette plaque sont insérées des douilles en acier trempé et poli *G*, dans les-



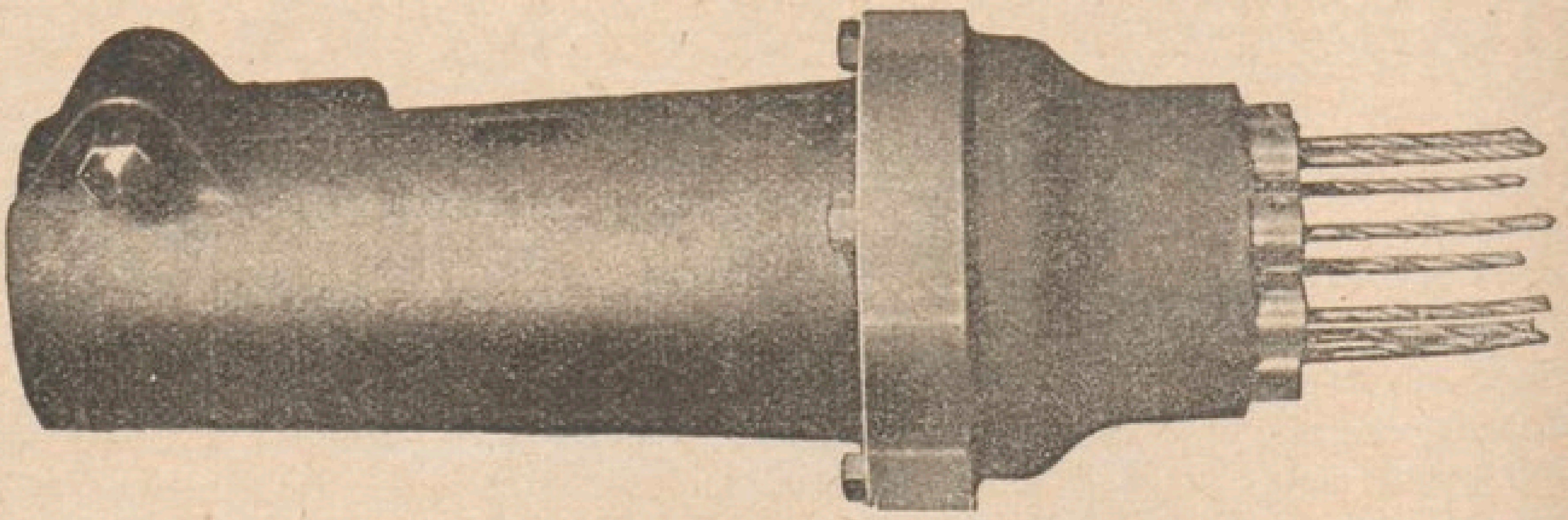
L'ORIENTATION DES QUATRE FORETS PEUT ÊTRE RÉGLÉE PENDANT LA MARCHE DE LA MACHINE

quelles s'engagent à frottement doux les manivelles *H* montées en bout des arbres *J* dans lesquels, à leur tour, pénètrent les queues des forets. Ces manivelles sont, elles aussi, en acier trempé et poli. La plaque de transmission *F* oscille librement dans le sens vertical ; elle n'est soumise à aucun effort, aucune poussée. Les arbres *J*, trempés et polis sur toute leur longueur, traversent chacun un coussinet en bronze *K* et un roulement à billes *L*. Un autre roulement à billes *M*, dont le rôle est d'absorber la poussée de l'outil, est monté à l'extrémité de chaque arbre *J* et verrouillé en position, avec un jeu suffisant, par la vis *N*. Le mouvement oscillant communiqué à la plaque de transmission *F* par la rotation de la manivelle portée par l'arbre conique *D* oblige les arbres *J* à tourner et se comporte, en somme, comme la bielle d'un moteur à mouvement alternatif. Un gros téton en acier trempé *P* est utilisé pour enfoncer à fond l'arbre conique du mandrin dans l'arbre creux de la machine, lors de la fixation.

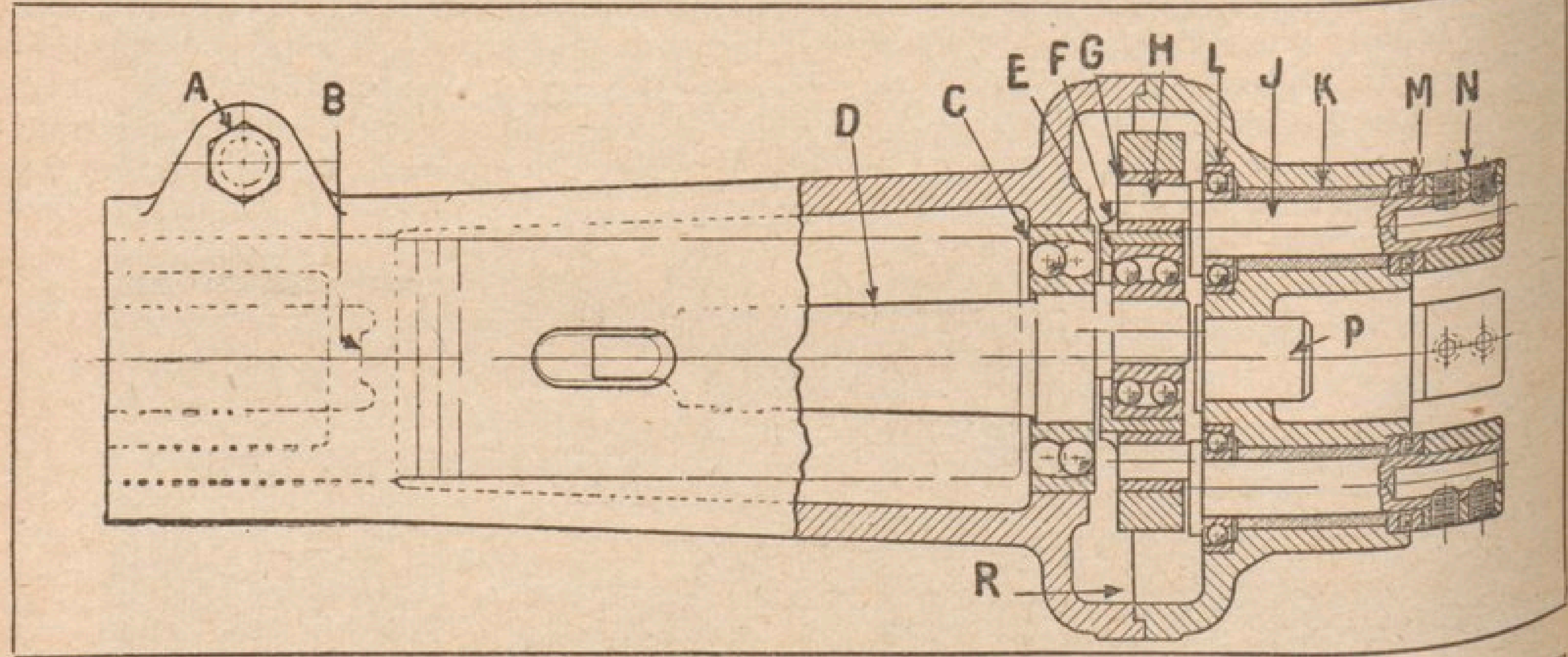
La tête du mandrin est étanche et remplie d'huile ; aucune poussière ne peut y pénétrer ; d'autre part, la chambre *R* est garnie de graisse consistante qui assure la lubrification automatique des roulements à billes et des coussinets en bronze ; cette graisse pénètre d'abord, en effet, dans le roulement *E*, puis dans le roulement *L*, ensuite dans les coussinets *K*, dont elle emprunte les cannelures pour parvenir en quantité suffisante au roulement de butée. Ce mandrin ne comporte aucun engrenage.

Nous signalerons également une machine à percer dont le grand modèle ne comporte pas moins de 50 mandrins actionnés simultanément par une large chaîne Galle. Ces mandrins sont montés sur un rail unique horizontal, le long duquel on les déplace à la demande; ils sont lubrifiés individuellement ; le graissage cesse dès que la machine s'arrête ce qui se produit automatiquement lorsque le perçage est terminé. Au moment de l'arrêt, une pression de 20 tonnes qui maintenait jusque-là la charpente à percer sur le banc de la machine, cesse de s'exercer et libère par conséquent la pièce.

R. B.



MANDRIN A HUIT FORETS SYMÉTRIQUES MAIS NON ORIENTABLES



LES HUIT FORETS DE CES MANDRINS SONT ACTIONNÉS SIMULTANÉMENT PAR UN SYSTÈME DE MANIVELLES QUI ÉLIMINE COMPLÈTEMENT L'USAGE DES ENGRENAGES HABITUELS

UN NOUVEAU GOUVERNAIL POUR LES EMBARCATIONS LÉGÈRES

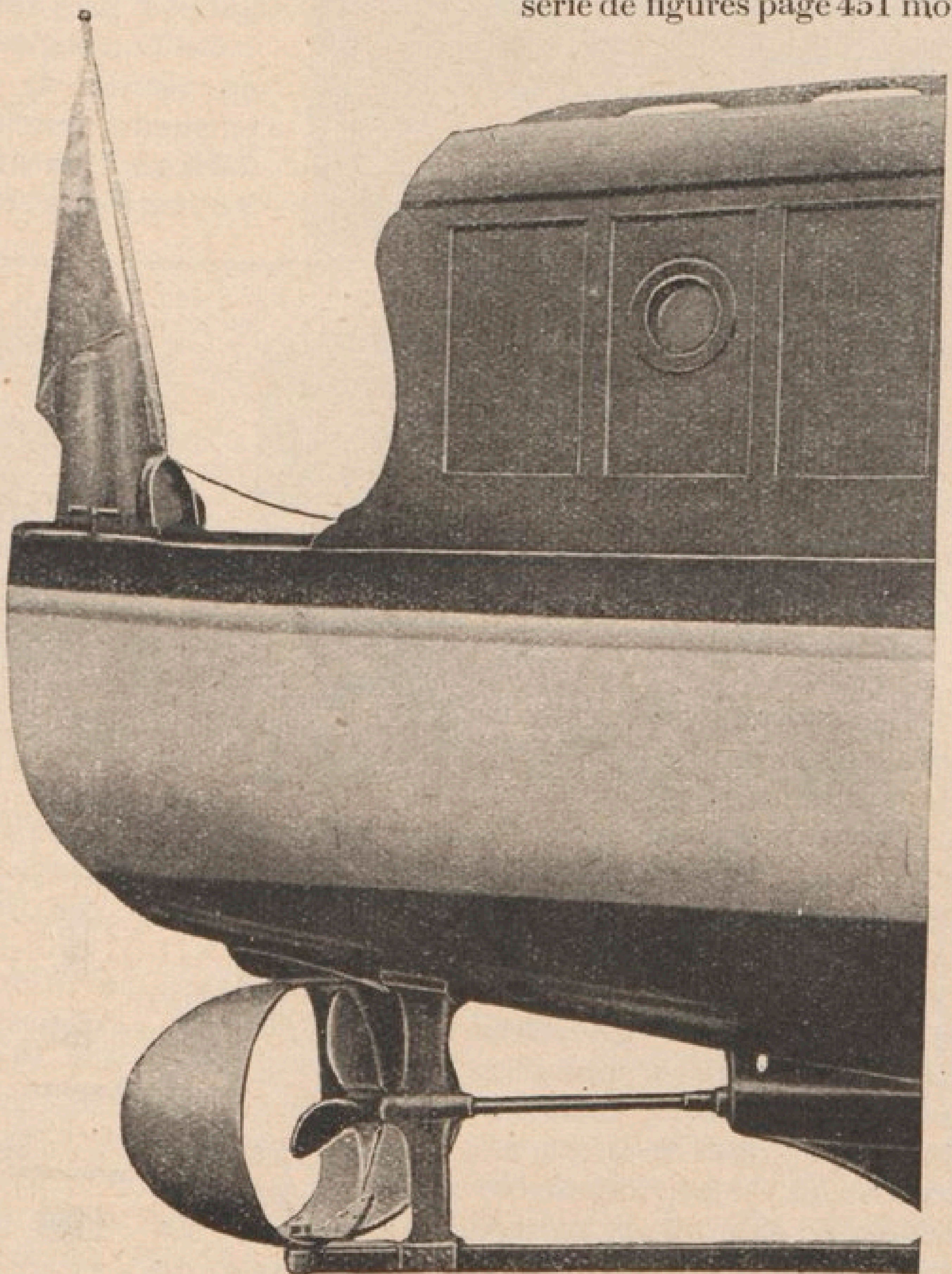
Par Robert LEFUAL

La facilité de manœuvre d'un bâtiment varie avec son tonnage et, même avec une petite embarcation, les pilotes ont beaucoup de peine à se mettre à quai, surtout au moment du jusant. C'est pourquoi il est indispensable que les moteurs soient munis de changements de marche très efficaces. Ce problème, facile à résoudre dans le cas des machines à vapeur alternatives, l'est beaucoup moins s'il s'agit de turbines et surtout de moteurs à essence ou à pétrole. Aussi, la plupart du temps, a-t-on recours pour les manœuvres de port, à des remorqueurs qui ne sont pas toujours disponibles et dont l'emploi entraîne des frais considérables.

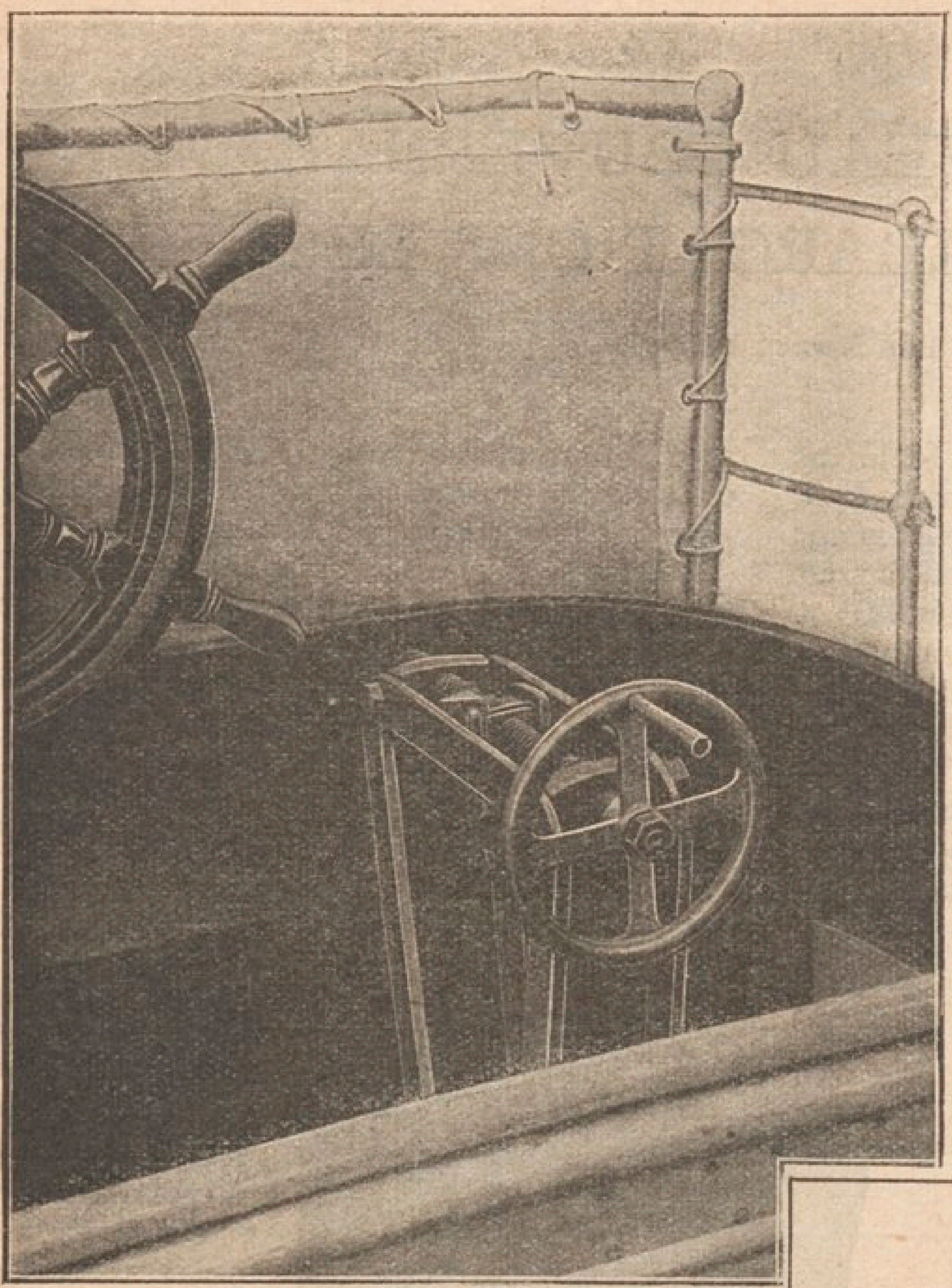
Le but de la présente invention est de rendre les appareils servant à la propulsion complètement indépendants de ceux qu'on emploie pour gouverner, pour changer le sens de la marche du navire et même pour augmenter ou pour réduire la vitesse. On a obtenu ce résultat au moyen d'un gouvernail spécial dont le pilote se sert directement pour toutes les manœuvres, quelles qu'elles soient, sans avoir recours à la collaboration du mécanicien, qui peut rester ainsi à son poste dans la chambre des machines.

Ce nouveau gouvernail se compose essentiellement de deux segments découpés dans la surface d'un cylindre circulaire et placés de part et d'autre de l'hélice qui est enfermée entre eux comme dans une cage. Ces deux éléments sont montés sur deux arbres verticaux dont l'un est plein et l'autre creux, de manière à permettre d'orienter à volonté chaque segment par rapport à l'autre. La série de figures page 451 montre quelques-unes des positions que l'on peut ainsi obtenir avec l'indication brève des résultats correspondants.

On voit que, pour marcher en avant, à toute vitesse, on ouvre le gouvernail en grand. En le fermant progressivement, on diminue de plus en plus la vitesse, l'arrêt absolu étant obtenu quand la fermeture est sur le point de se réaliser. La partie concave du gouvernail est alors complètement dirigée vers l'avant du navire. Pour renverser le sens de la marche, il suffit de compléter la fermeture et



DISPOSITION DE L'ÉTAMBOT, DE L'ARBRE PORTE-HÉLICE ET DU GOUVERNAIL KITCHEN DANS UNE EMBARCATION PONTÉE, A MOTEUR



POSTE DU PILOTE DANS UNE EMBARCATION MUNIE DU GOUVERNAIL KITCHEN.

L'homme de barre manœuvre le gouvernail en agissant sur le volant métallique placé à sa droite. L'effort est très diminué par l'emploi de la vis de transmission qui forme l'axe du volant.

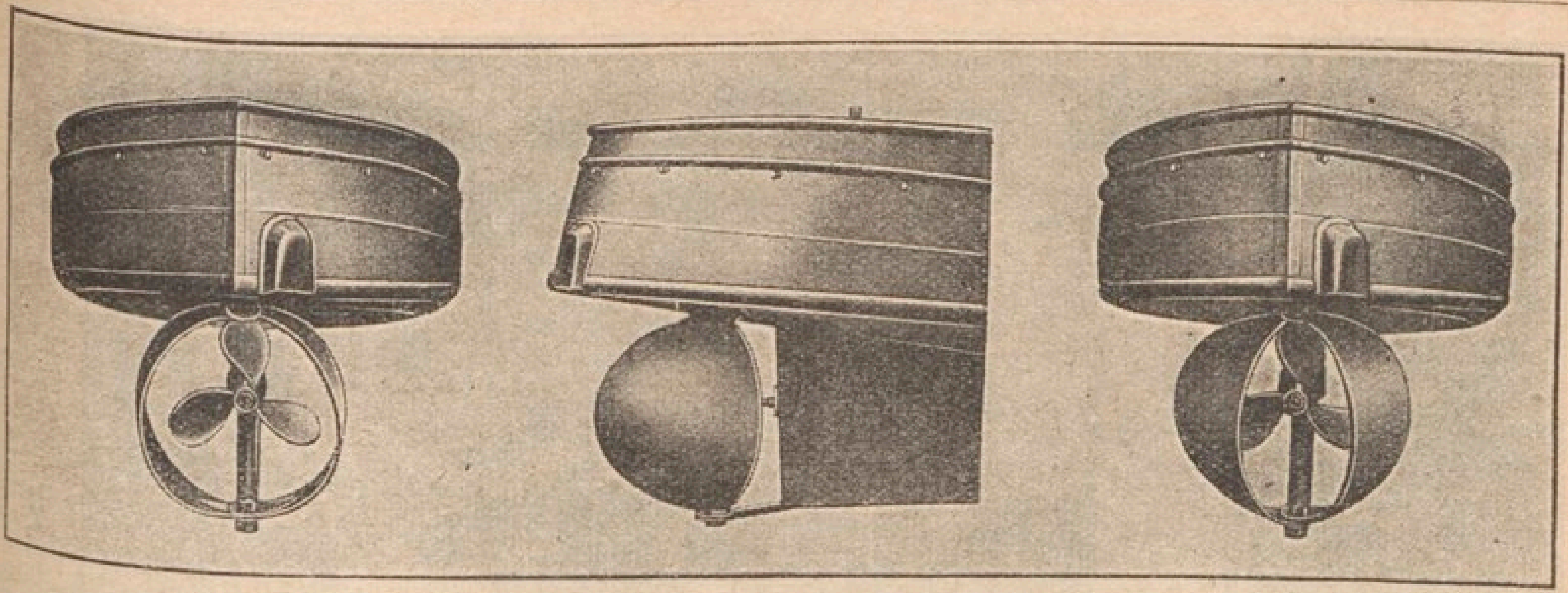
l'eau, ne trouvant plus d'issue entre les deux moitiés de l'appareil, engendre une résistance qui ne peut pas être surmontée par le moteur; l'hélice, tout en tournant comme auparavant pour la propulsion avant, travaille maintenant dans le sens opposé.

Jusqu'à présent, on n'a utilisé tous les avantages de cette invention que sur des embarcations de faible tonnage. En effet, ce genre de gouvernail peut s'appliquer théoriquement à tous les navires, mais on comprend facilement que, dans la pratique, il est, pour le moment du moins, impossible d'enfermer des hélices de cinq ou six mètres de diamètre entre des segments assez solides pour résister avec succès aux poussées formidables qui correspondent à l'arrêt ou au renversement du sens de la marche.

Un gouvernail Kitchen, monté sur une embarcation à moteur de 5 m. 40 de longueur, permet d'obtenir l'arrêt sur une longueur de 2 m. 70, même quand on marche à toute vitesse. Dans les mêmes circonstances, le rayon de giration est de 10 m. 80. Un bateau de 7 m. 50 marchant à 10 nœuds, peut être stoppé complètement en quarante et une secondes et virer de bord autour de son axe ou décrire un demi-cercle en vingt secondes. On a calculé que les dimensions des axes de fer forgé sur lesquels sont montées les demi-calottes du gouvernail Kitchen sont, en général, quatre fois plus solides qu'il ne faut pour leur permettre de résister à l'effort développé lors du passage de la pleine vitesse marche avant à l'arrêt complet de l'embarcation.

On a calculé que pour arrêter un navire de 105 mètres de longueur, marchant à 24 nœuds (44 km. 5) sur une distance égale à deux fois sa longueur (210 mè-

MODE DE MONTAGE DES DÉFLECTEURS COURBES, OU « CASQUE » DU GOUVERNAIL KITCHEN, SUR LEUR ARBRE VERTICAL DE MANŒUVRE.



VUE ARRIÈRE ET VUE LATÉRALE DU GOUVERNAIL CORRESPONDANT A LA MARCHE EN AVANT A TOUTE VITESSE (POSITION DITE « OUVERTE »).

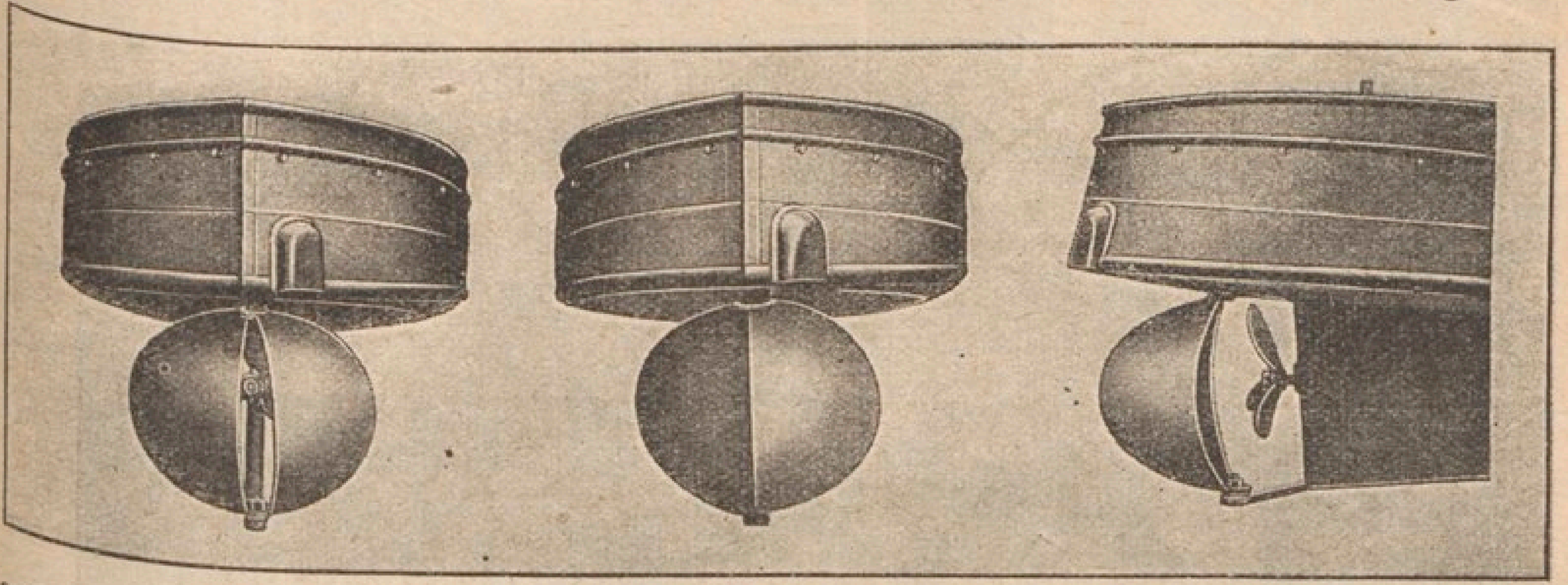
POSITION DU GOUVERNAIL POUR LA MARCHE EN AVANT A DEMI-VITESSE.

tres), il suffirait d'employer un gouvernail monté sur une mèche ayant 20 centimètres de diamètre. S'il s'agissait d'un gouvernail du type ordinaire, la même mèche devrait avoir 28 centimètres de diamètre.

On est parvenu déjà à mettre cette invention en pratique sur des bâtiments pourvus d'hélices de 2 m. 40 de diamètre et l'amirauté anglaise a fait munir une vedette rapide de 15 mètres de long d'un gouvernail Kitchen, qui a donné d'excellents résultats.

du pilote, qui conduit son bâtiment sans la collaboration du chef mécanicien, rend les manœuvres beaucoup plus rapides et plus sûres que celles des navires dont le poste de timonerie est relié à la salle des machines par des tuyaux acoustiques compliqués ou par des télégraphes perfectionnés.

On peut donc recommander le gouvernail Kitchen pour tous les petits bâtiments qui ont à effectuer de fréquentes mises à quai ou sur lesquels on recherche une grande

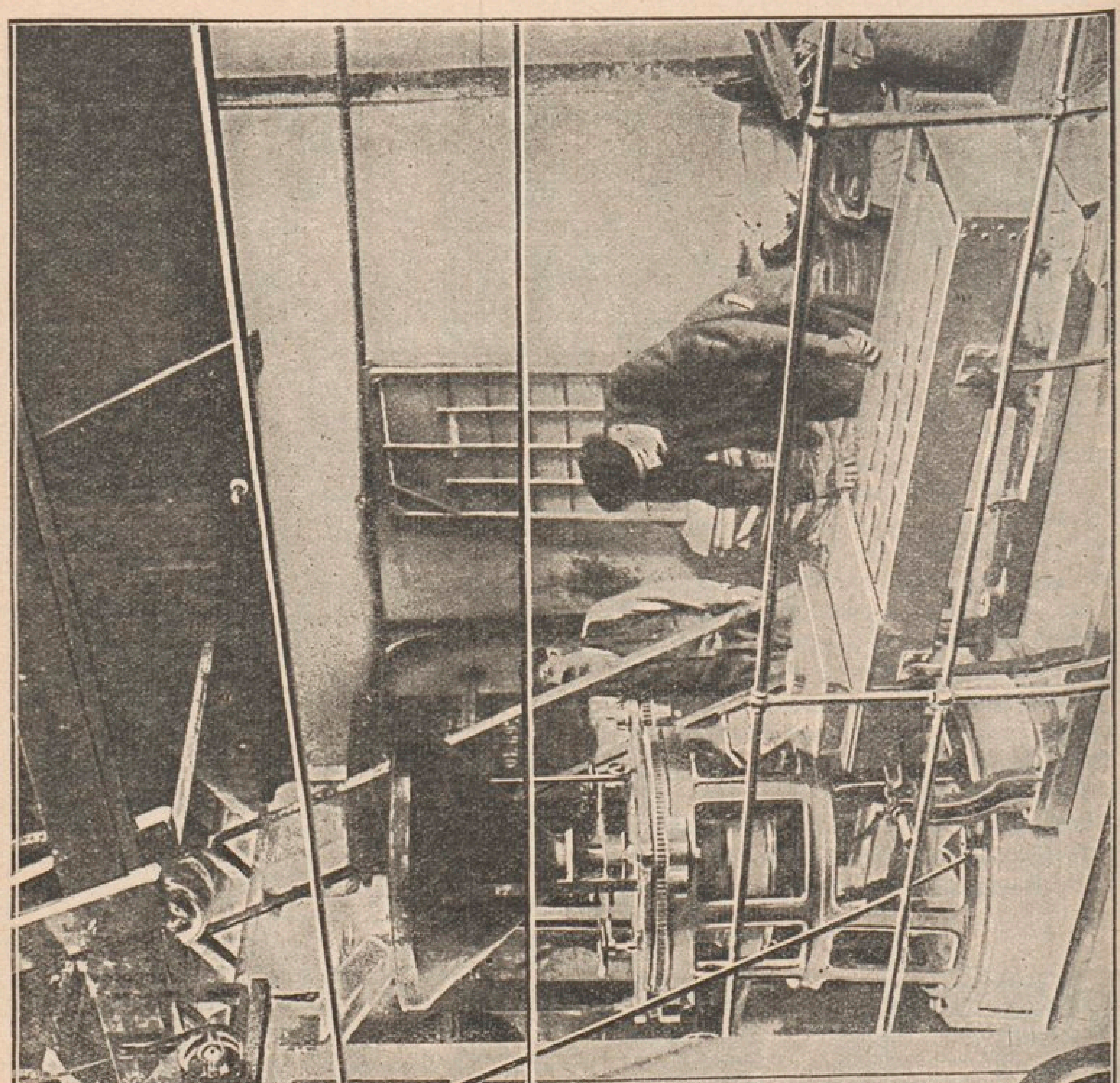


CETTE FIGURE MONTRE LA POSITION D'ARRÊT OU DE « STOPPAGE ».

LE GOUVERNAIL EST REPRÉSENTÉ ICI COMPLÈTEMENT FERMÉ POUR PERMETTRE LA MARCHE ARRIÈRE DE L'EMBARCATION A TOUTE VITESSE.

Le fonctionnement des moteurs étant ainsi toujours bien en avant, leur marche est plus économique et leur usure beaucoup moindre. La suppression des appareils de changement de marche peut également être considérée comme un avantage très appréciable. De même, l'arrêt du bateau n'entraîne pas celui de l'hélice et on n'a pas à remettre celle-ci constamment en marche quand on circule dans un port ou sur une rade encombrée de navires. L'indépendance complète

économie de personnel. Un pilote connaissant un peu le fonctionnement des moteurs à pétrole ou à essence, peut se passer de mécanicien, puisqu'il n'y a plus besoin de changer quoi que ce soit au moteur une fois que ce dernier est lancé. On peut procéder facilement à cette opération sans aucune inquiétude, car en orientant le gouvernail convenablement, on empêche le navire de se mettre en marche même si le moteur tourne à toute vitesse. ROBERT LEFUAL.



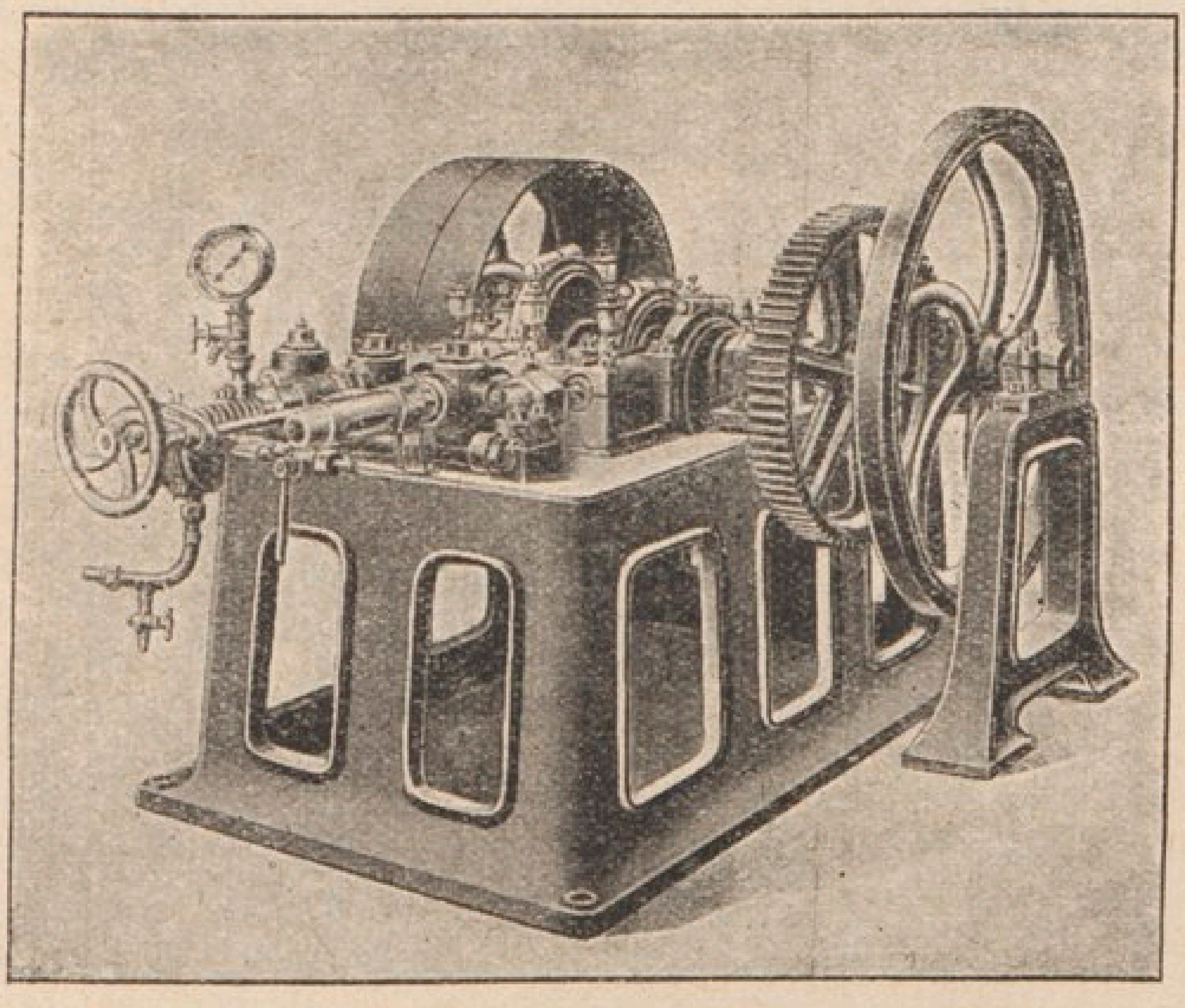
VUE GÉNÉRALE D'UNE INSTALLATION MÉCANIQUE POUR LA MOUTURE DE LA CASÉINE, DANS UNE GRANDE USINE DES CHARENTES.

ON FAIT DE TOUT AVEC DU LAIT, MÊME DES BIJOUX

Par Octave GUILLERME

Le fermier qui fait traire ses vaches et envoie son lait au marché pour y être vendu, ne sera bientôt plus qu'une exception. La mécanique a eu raison de lui. Il faut même se hâter de le dire : la création de l'industrie laitière nous a valu des produits qui, s'ils ne sont pas meilleurs, ont, du moins, l'immense avantage de pouvoir se conserver, qu'il s'agisse de lait, de beurre ou de fromage, ou de leurs sous-produits. C'est de ces derniers que nous voulons nous occuper aujourd'hui particulièrement.

Le lait, cet aliment complet, puisqu'il contient tous les éléments nécessaires à l'enfance, dont il constitue, pendant ses premiers mois, la seule nourriture, donne naissance, suivant les opérations auxquelles on le soumet, à un certain nombre de produits : lait stérilisé, homogénéisé, concentré ou condensé, poudre de lait, sucre de lait ou lactose, caséine, qui se subdivisent eux-mêmes en sous-produits divers. La guerre a provoqué un large développement de ces industries qui ne remontent pas au delà de la moitié du siècle dernier. Nous nous sommes accoutumés, désormais, un peu par nécessité, à prendre du lait tout ce qu'il peut donner, à l'utiliser sous toutes ses formes, à faire même un aliment humain des parties de ce lait que l'on consacrait à la nourriture des bestiaux ou que l'on ne considérait même que comme quantité négligeable, comme un produit réputé inutile.



APPAREIL HOMOGÉNÉISATEUR GAULIN

Cette machine a pour effet de mélanger si intimement la crème et le lait qu'il est désormais impossible de les séparer.

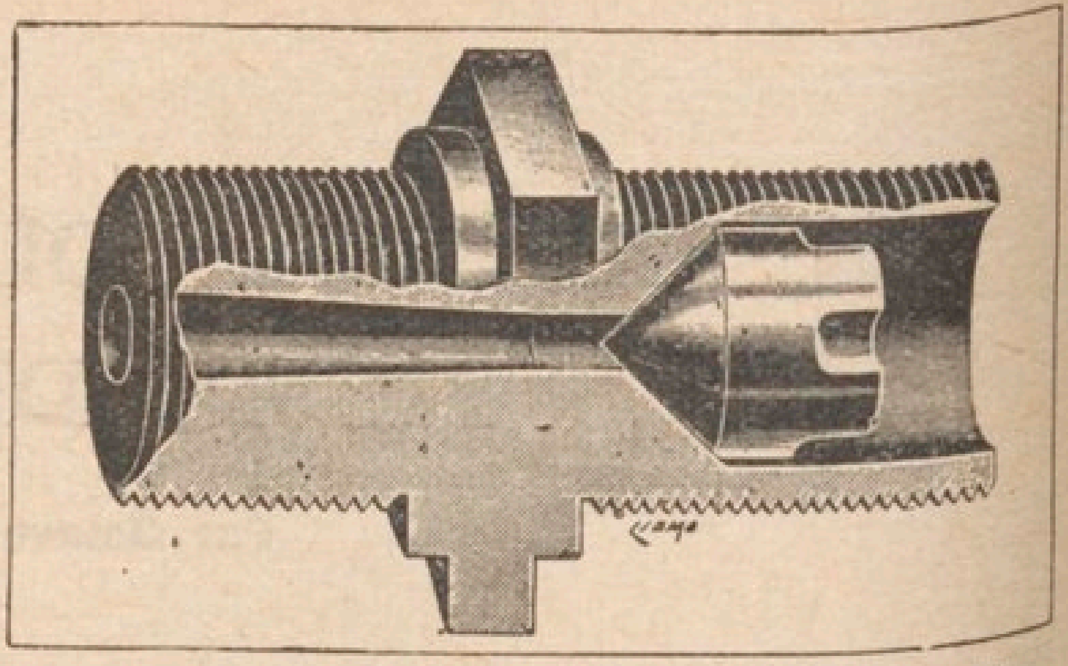
Pour bien poser le problème de l'industrie laitière, disons tout d'abord ce qu'il y a dans le lait. Un litre de lait moyen, pesant 1.030 grammes environ, contient 900 grammes d'eau, 45 grammes de matière grasse, qui fournira le beurre, 45 grammes de lactose ou sucre de lait, 40 grammes de caséine et albumine, 7 à 8 grammes de matières salines, chlorures, phosphates, citrates, etc... Ce sont ces divers éléments, constituant le lait, qui seront séparés les uns des autres ou travaillés de certaines façons pour donner naissance aux produits que nous allons analyser.

Ces différentes opérations constituent l'industrie laitière, industrie de beaucoup plus importante qu'on ne croit, et dont les affaires se chiffrent chaque année par un nombre respectable de millions que débourse le consommateur français.

Le lait est une matière essentiellement fragile, qui contient en elle-même des microbes utiles et des microbes nuisibles. Le travail utile des premiers cesse rapidement et les autres interviennent aussitôt, produisant, entre autres altérations le rancissement. Donc, pour conserver le lait, on a dû rechercher le moyen de combattre l'action de ces mauvais microbes ; le meilleur moyen était de les supprimer, c'est

à quoi l'on est arrivé en employant les divers procédés de la pasteurisation, de la stérilisation et de l'homogénéisation.

Pasteuriser le lait, c'est le chauffer à une température suffisante pour en tuer la plus grande partie de la flore microbienne, puis le refroidir énergiquement pour l'empêcher de devenir le siège d'une nouvelle culture microbienne. Le lait stérilisé, au contraire, est porté pendant plusieurs minutes à une température supérieure à 100 degrés, de façon à détruire radicalement tous les microbes, les bons comme les mauvais. Le lait stérilisé est un lait de conserve destiné surtout à l'alimentation de l'enfance. Mais la stérilisation est précédée désormais d'une opération qu'on appelle homogénéisation, qui a pour but de fixer sa composition en l'empêchant de crémer. A la surface du lait qui n'est pas consommé rapidement, il se forme

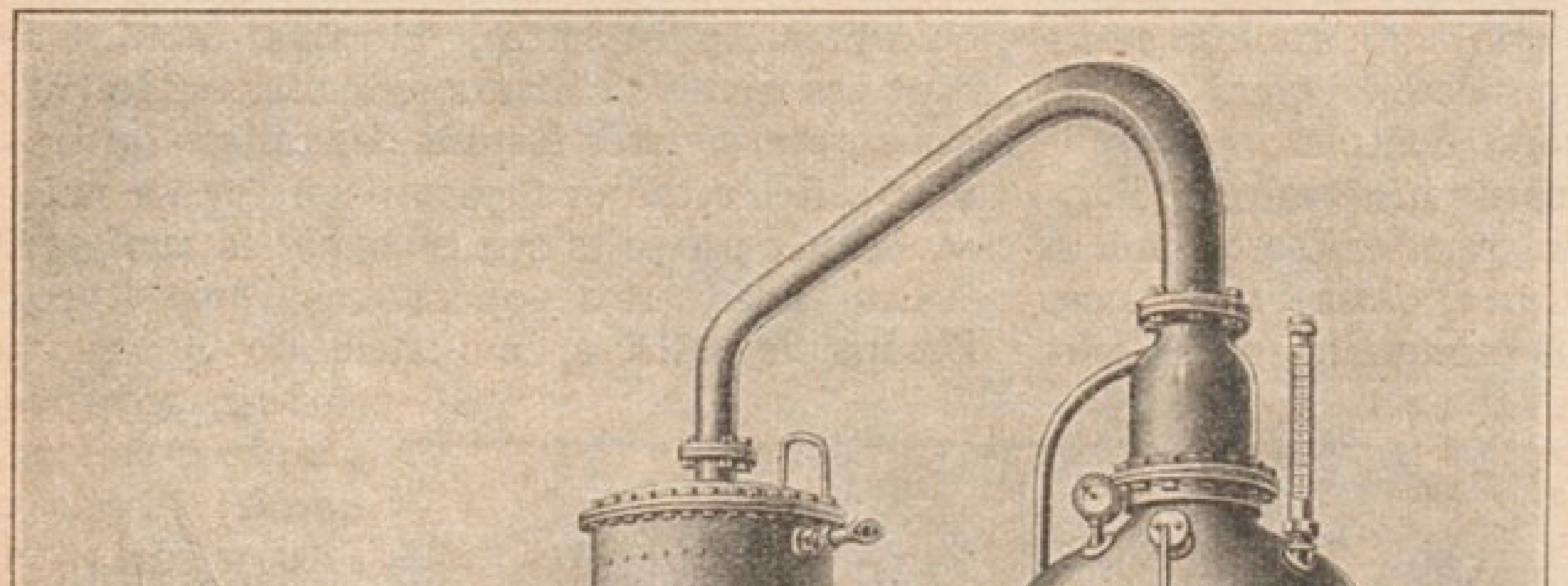


COUPE DU DISPOSITIF HOMOGÉNÉISANT

Le lait, sous une pression de 100 à 130 kilogrammes, vient passer entre le clapet conique et la paroi du tube pour sortir homogénéisé.

bientôt, sous l'influence des trépidations et des secousses du transport, une couche de matière grasse, de beurre qu'il devient presque impossible de réincorporer au lait, même par réchauffement. L'homogénéisation a pour but de résoudre les globules graisseux en une infinité de gouttelettes extrêmement fines qui n'ont plus la force suffisante pour remonter à la surface et se trouvent ainsi incorporées dans toute la masse liquide.

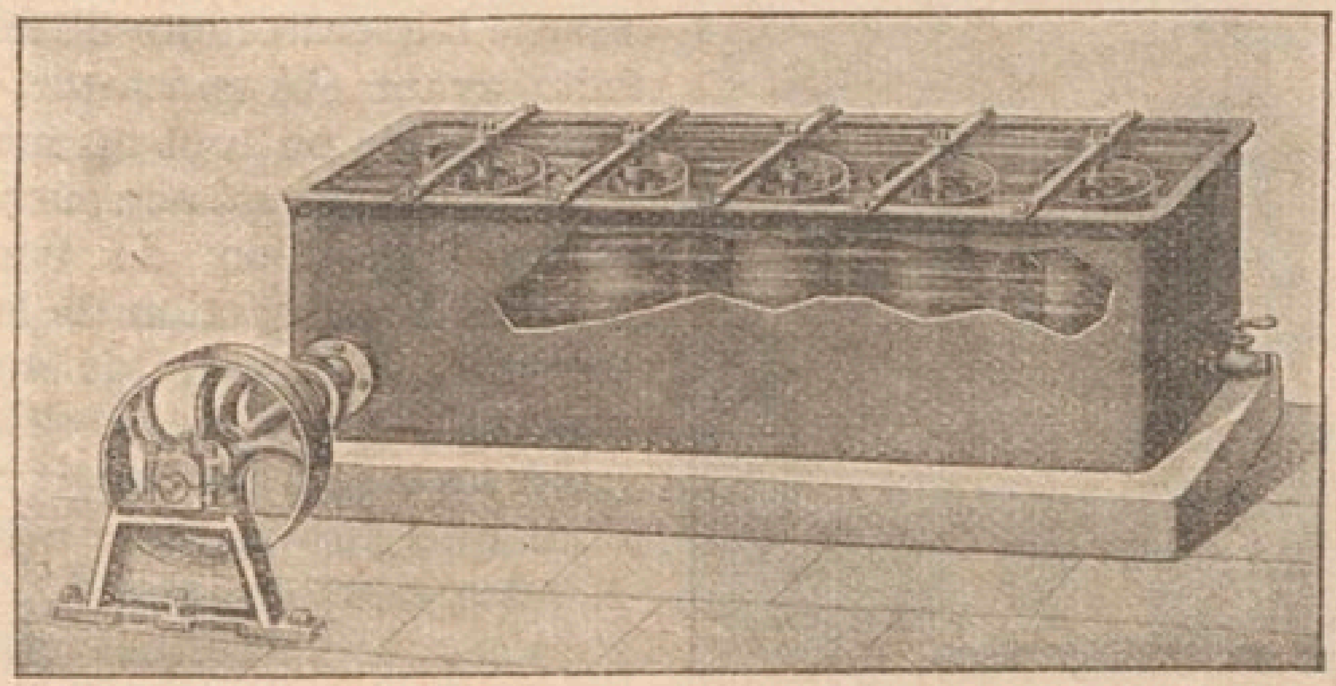
Le principe du procédé imaginé par M. Gaulin, repose sur l'action produite par le passage du lait, sous une forte pression, à travers un orifice à parois très rapprochées, où il se trouve absolument laminé ; les globules butyreux y sont, en quelque sorte, pulvérisés à un tel point que, si l'opération est bien faite, il est ensuite impossible de retirer du beurre, par barattage, du lait ainsi traité. Dans la machine



APPAREIL DESTINÉ A CONCENTRER LE LAIT DANS LE VIDE

Cet ensemble comporte une chaudière à fond et calotte hémisphériques, communiquant par un col de cygne avec un condenseur et une pompe à vide.

imaginée pour cette opération, une pompe à trois corps attire le lait et le refoule dans un tube dont l'orifice de sortie est obturé par un clapet en agate pressé élastiquement sur son siège et en contact intime avec lui, si bien que la pression peut s'élever dans ce collecteur de refoulement jusqu'à 300 kilos. Cette pression est réglable à volonté au moyen d'un volant à main et d'une vis agissant sur le ressort de compression du clapet en agate, de sorte que l'on peut obtenir la pression désirée. Il résulte de cette situation que le lait subit un véritable laminage grâce auquel la pulvérisation des globules butyreux et, par suite, l'homogénéisation se réalisent parfaitement. Un autre procédé consiste à envoyer le lait à une pression de 250 atmosphères dans des canaux extrêmement fins, présentant des coudes brusques contre lesquels il vient se heurter violemment ; les globules gras se fragmentent ainsi en globules infiniment plus petits, qui n'ont plus la force suffisante pour remonter à la surface.



BAC A TOPETTES TOURNANTES

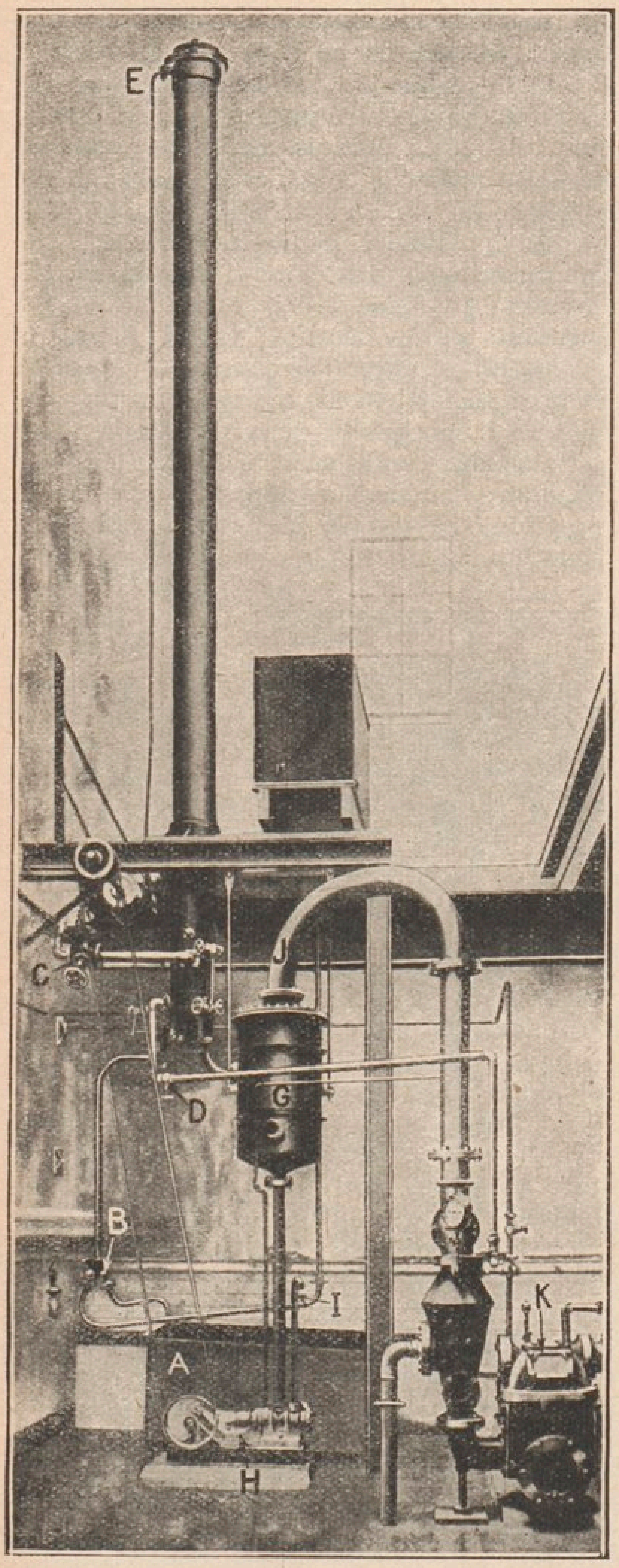
Le lait concentré est refroidi dans un bac où une circulation d'eau froide le ramène à une température de 13 degrés.

Ces deux opérations que nous venons de décrire sont, en quelque sorte, des opérations préventives, indispensables suivant les cas, qui se trouvent à la base de l'industrie des laits concentrés. Cette industrie a, depuis ces dernières années, pris un développement considérable qui nécessite de véritables usines pourvues d'un matériel important et très coûteux.

C'est un Français, le chimiste Appert, qui, le premier, parvint à conserver le lait en le chauffant et en le réduisant ainsi à la moitié ou au tiers de son volume. Après lui, Malbec et de Lignac, en France, Newton, en Angleterre, Horsford et Dalson, en Amérique, se livrèrent à d'utiles travaux. La première fabrique de lait condensé fut installée dans l'Etat de New-York, par Gail Borden, vers 1856 ; et c'est en 1866, qu'un Américain, Page, monta la première fabrique en Europe, dans le canton de Zug, en Suisse. Depuis, toutes les nations ont adopté cette industrie et emploient des procédés qui reposent encore sur les principes de fabrication imaginés par Borden lors de ses premières installations.

Les laits concentrés sont sucrés ou non sucrés. Sucrés, ils ne sont pas stérilisés ; le taux du sucre ajouté au lait suffit à donner au produit concentré un degré de conservation tel que le produit, véritable confiture de lait, peut se consommer au bout de plusieurs mois. Non sucrés, ils sont stérilisés et, au préalable, homogénéisés après la concentration, qui atteint en général la moitié environ du volume de lait initial.

Avant toute opération, le lait amené à l'usine est examiné soigneusement, dégusté et accepté finalement, s'il est reconnu normal. La bonne qualité de la matière première est une des conditions essentielles du bon résultat ; la nourriture du bétail, les soins, la propreté observés pendant et après la traite sont un facteur important de cette bonne qualité. Pour la fabrication du lait concentré sucré, on dispose le sucre, dans la proportion de 12 à 13 %, dans une cuve où l'on amène le lait chaud. Quand le sucre est complètement dissous, on fait passer le liquide dans la chaudière à cuire dans le vide, qui a pour avantage de le faire bouillir à une température inférieure à son point d'ébullition normal et, par conséquent, d'éviter toute altération du produit. Cette chaudière est constituée par un cylindre que terminent deux calottes hémisphériques, et dans lequel se développe un serpentin conducteur de vapeur. A la partie supérieure, un tube en col de cygne, de forme et de disposition semblables à ceux dont sont munis tous les appareils à distiller, réunit la chaudière à un condenseur où l'on recueille les vapeurs d'eau provenant de l'ébullition du lait. Celui-ci, chauffé régulièrement et progressivement à une température de 50 à 55 degrés, prend peu à peu une consistance de plus en plus épaisse qu'il convient de ne pas pousser trop loin afin d'éviter la cristallisation du lactose. On surveille l'opération à l'aide d'un aréomètre, la densité du lait concentré devant être normalement de 1,27 à 1,3 à 15 degrés. Dans la pratique, un ouvrier expérimenté se contente d'examiner l'aspect du liquide et



VUE GÉNÉRALE D'UN ÉVAPORATEUR KESTNER A FONCTIONNEMENT CONTINU

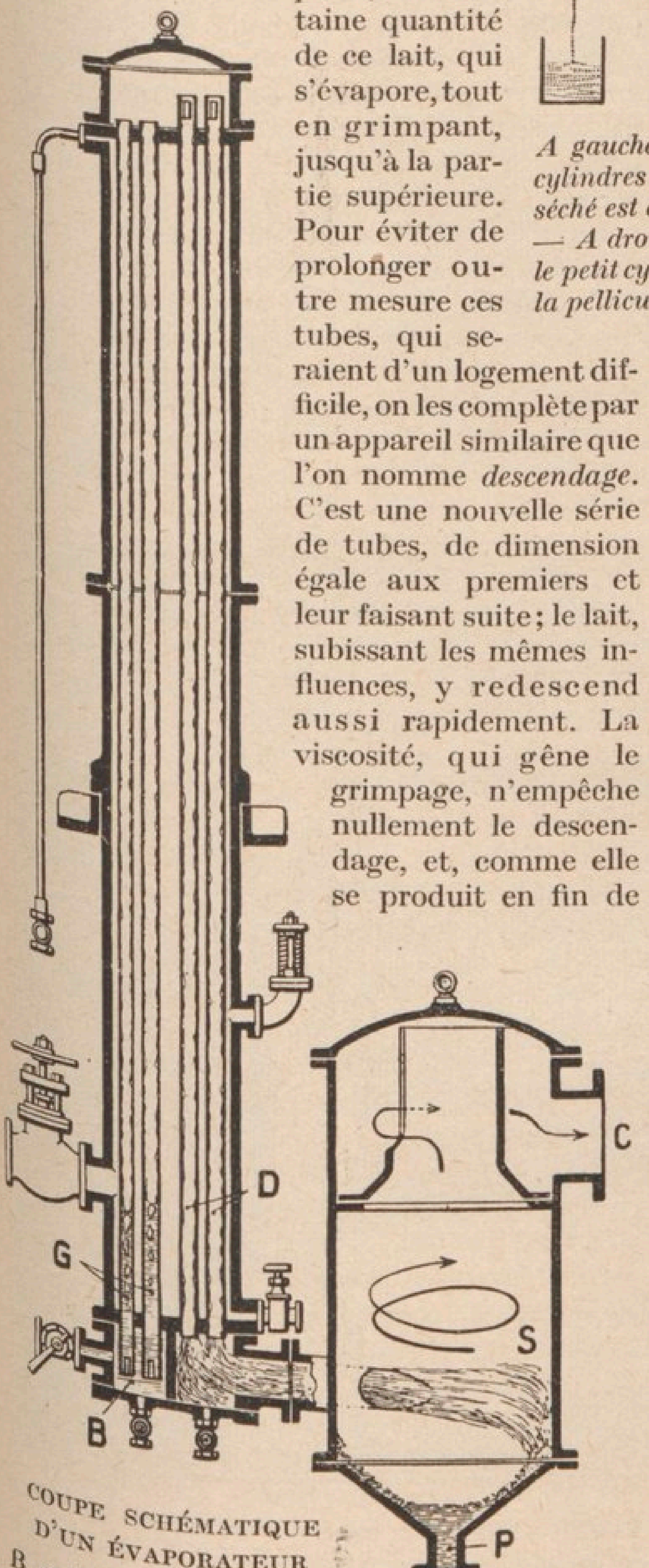
A, *bac à lait;* B, *robinet de réglage de l'alimentation du lait;* C, *valve d'entrée de vapeur;* D, *sortie d'eau de condensation;* E, *purge d'air de l'enveloppe de vapeur;* G, *séparateur de l'évaporateur;* H, *pompe d'extraction du lait concentré;* I, *tuyau de refoulement du lait concentré;* J, *sortie de la vapeur d'évaporation allant à la pompe à vide* K.

d'en évaluer au toucher la consistance sirupeuse. Le degré de concentration ainsi obtenu, on arrête le chauffage, on ramène l'air dans la chaudière et on soutire le lait qui sort de la chaudière sous la forme d'une masse sirupeuse de couleur blanc-verdâtre. Les récipients qui contiennent ce lait sont placés alors dans un bac contenant de l'eau froide et disposés sur des tablettes tournant autour de leur axe ; des palettes de bois plongeant dans le liquide l'immobilisent. L'eau qui circule dans le bac est progressivement rafraîchie de façon à ramener le lait concentré à une température de 15 degrés. Il est alors mis dans des boîtes, que l'on sertit à la machine. Enfin, dernière opération qui consiste à voir si les boîtes sont bien fermées, on place celles-ci sous la cloche d'une pompe pneumatique et l'on fait le vide ; la moindre fissure laisserait alors filtrer du liquide et, la fuite ayant été constatée, la boîte devrait être rebutée ou tout au moins ressoudée.

Le lait condensé non sucré est homogénéisé après l'opération de concentration, afin d'éviter la séparation de la crème, puis mis en boîte. Mais, privé de sucre, agent conservateur, il doit être stérilisé. Pour cela, on passe les boîtes à l'autoclave, on chauffe pendant quelques instants à la température de 120 degrés, et on refroidit. En employant un stérilisateur vertical Gaulin, on peut éviter une température aussi élevée; on sait, en effet, que tous les liquides soumis à la stérilisation sous un fort volume sont obligés de séjourner dans le stérilisateur un temps d'autant plus long qu'ils se présentent sous une masse plus épaisse, afin de permettre à la chaleur de pénétrer jusqu'au centre de cette masse. Avec l'appareil dont nous parlons, le liquide est constamment brassé, de telle sorte que les molécules viennent à tour de rôle en contact avec les parois chauffées par la vapeur introduite dans l'appareil ; de cette façon, l'opération est beaucoup plus rapide. Les boîtes contenant le lait condensé non sucré, l'Evaporated Milk américain, sont finalement maintenues pendant deux ou trois semaines dans un local chauffé à 35 degrés environ. Sous l'influence de cette température, si le lait fermente, les fonds des boîtes sont repoussés et bombés ; le produit doit être déclaré impropre à la consommation.

Il convient de citer un autre mode de fabrication à l'aide du déshydrateur ou évaporateur Kestner à fonctionnement continu. Cet appareil, que l'on désigne souvent dans l'industrie sous le nom caractéristique d'appareil à *grimpage*, se compose d'une série de tubes verticaux de cinquante millimètres

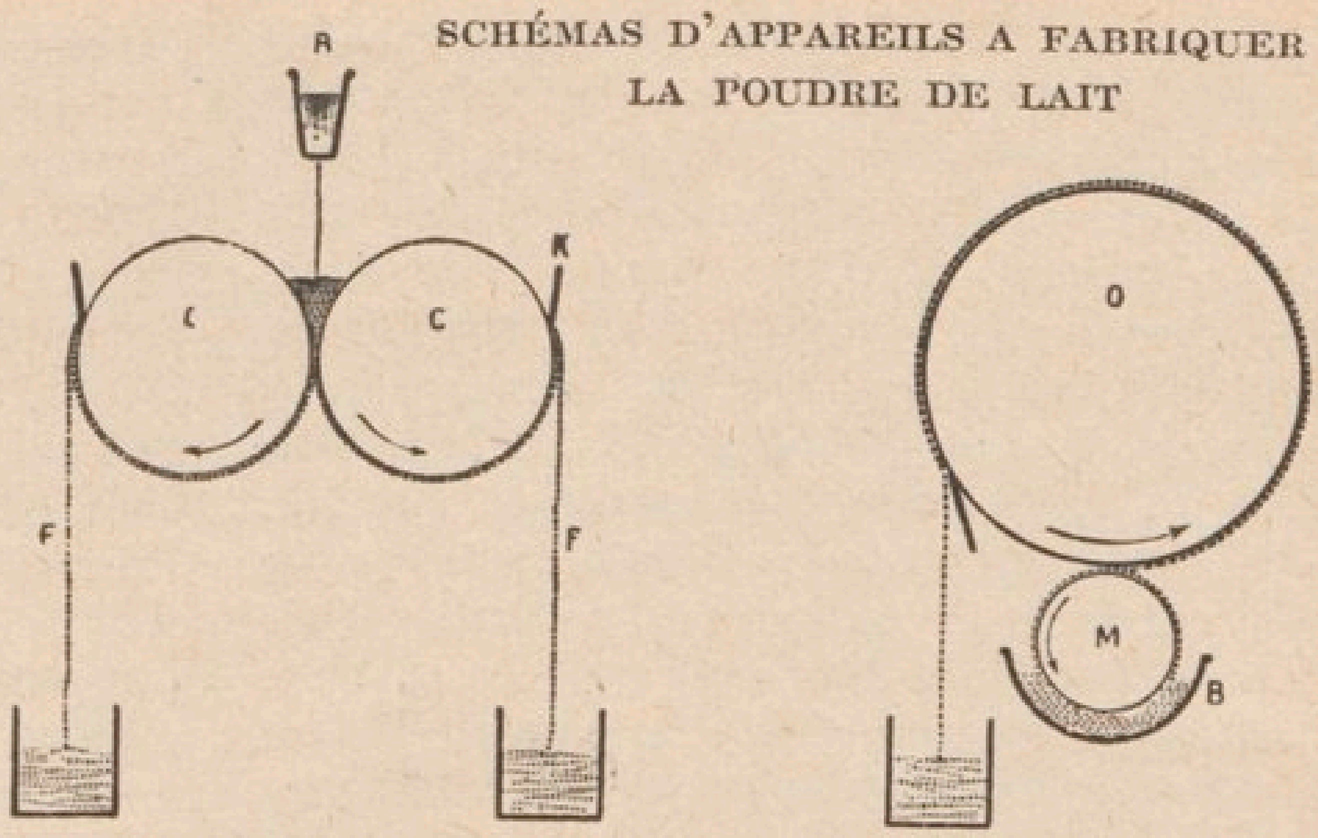
de diamètre et de cinq à sept mètres de haut, enfermés dans une calandre où pénètre de la vapeur à 85 degrés environ. Le lait est amené dans la partie inférieure de ces tubes où, sous l'effet de la chaleur extérieure, il se développe un mélange de bulles de vapeur et de liquide ; ces bulles s'élèvent rapidement dans le tube entraînant avec elles, le long de la paroi, une certaine quantité de ce lait, qui s'évapore, tout en grimpant, jusqu'à la partie supérieure. Pour éviter de prolonger outre mesure ces tubes, qui seraient d'un logement difficile, on les complète par un appareil similaire que l'on nomme *descendage*. C'est une nouvelle série de tubes, de dimension égale aux premiers et leur faisant suite ; le lait, subissant les mêmes influences, y redescend aussi rapidement. La viscosité, qui gêne le grimpage, n'empêche nullement le descendage, et, comme elle se produit en fin de concentration, elle n'apparaît que dans ces deuxièmes tubes, alors que la vitesse de la vapeur, double de celle qu'on a dans un tube de grimpage, agit pour refouler énergiquement le liquide. La vapeur et le lait concentré, ayant ainsi parcouru l'ensemble des tubes, passent dans une autre partie de l'appareil où s'effectue la séparation, la vapeur allant se condenser dans la pompe à vide humide et le lait étant envoyé dans un bac où on le refroidit avant de le mettre en boîte. L'opération ne demande pas plus d'une demi-minute.



COUPE SCHÉMATIQUE D'UN ÉVAPORATEUR

B, *entrée du lait;* G, *tubes de grimpage;* D, *tubes de descendage;* S, *séparateur:* C, *sortie de vapeur;* P, *sortie du lait condensé.*

SCHÉMAS D'APPAREILS A FABRIQUER LA POUDRE DE LAIT



A gauche, le système Hatmaker: le lait vient de R *entre deux cylindres* C, *tournant en sens inverse; la pellicule de lait desséché est coupée par le couteau* K *et vient tomber dans des bacs. — A droite, le système Mignot-Plumey : le lait est en* B, *d'où le petit cylindre* M *l'entraîne sur le tambour* D *qui le dessèche; la pellicule, arrêtée par le couteau, tombe dans le bac inférieur.*

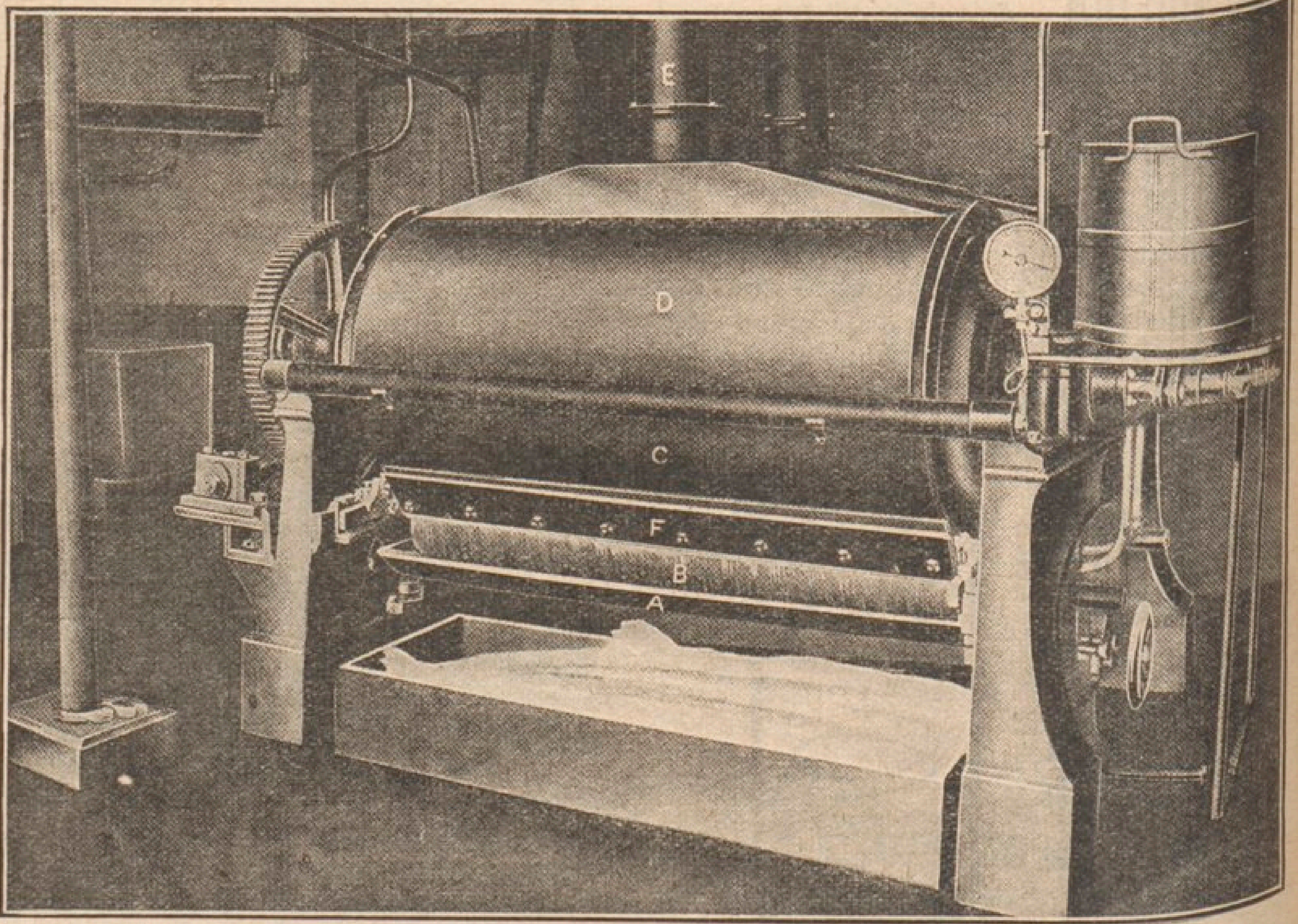
L'Angleterre et l'Extrême-Orient, le Japon notamment, sont d'importants consommateurs de lait concentré qu'ils demandent plus particulièrement à l'industrie laitière suisse ; mais la France, grosse productrice de lait, commence à prendre sa place sur le marché, place qu'elle pourra rapidement accroître, si elle observe scrupuleusement la condition essentielle pour obtenir de bons produits : la parfaite qualité de la matière première et la plus scrupuleuse propreté au cours des différentes opérations qui doivent se succéder le plus rapidement possible. Dans l'ensemble, le matériel n'est qu'un des moindres facteurs de la prospérité de l'industrie laitière.

Ce procédé de concentration du lait, qui consiste à en retirer une partie de l'eau qu'il contient, pour le conserver et le transporter plus aisément, a naturellement conduit les inventeurs à pousser plus loin leurs expériences et à en réaliser la dessiccation complète. Il existe plusieurs méthodes et divers appareils mécaniques pour fabriquer la poudre de lait. C'est, généralement, en soumettant le liquide à des températures plus ou moins élevées, qu'on obtient industrielle-

ment le résultat cherché. Certains procédés consistent à projeter le lait par des orifices extrêmement étroits d'où il sort à l'état de brouillard, dans des chambres que traverse un courant d'air chauffé à plus de 100 degrés. Le courant d'air entraîne la vapeur d'eau qui va se condenser à l'extérieur, et la partie sèche du lait, délivrée de toute humidité, tombe en poudre.

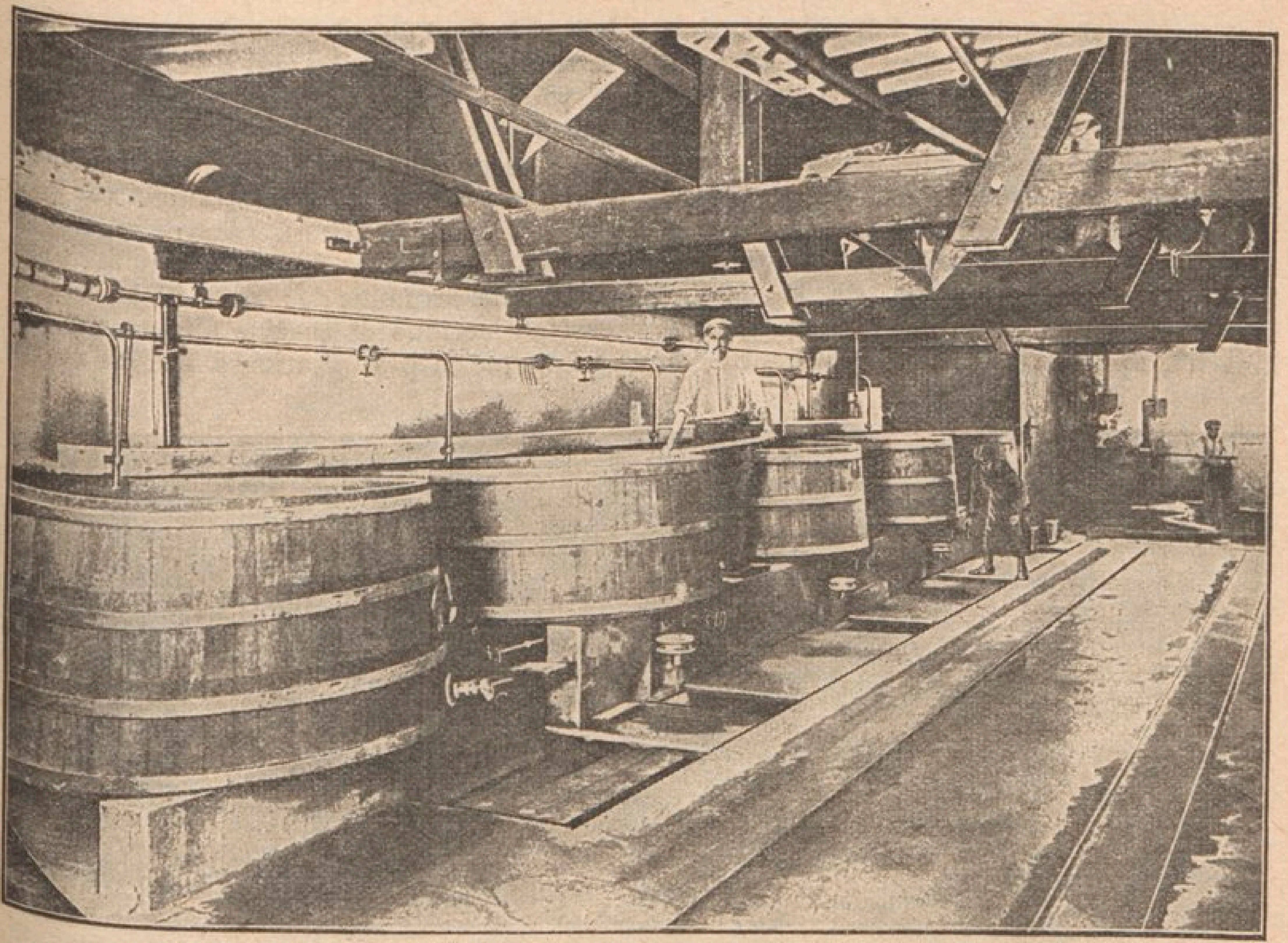
Le système Hatmaker consiste à amener le lait entre deux cylindres très rapprochés l'un de l'autre et tournant en sens inverse. Ces cylindres, chauffés à la vapeur d'eau, sont portés à une température de 140 degrés environ. Sous l'effet de cette température, le lait, entraîné par le mouvement de rotation, forme à la surface des cylindres une pellicule qui se dessèche assez rapidement pour qu'on la puisse détacher à l'aide d'un couteau râcleur avant même que soit accomplie une révolution entière. Cette pellicule est ensuite broyée et convertie en poudre. Toutefois, les poudres préparées par ce procédé, c'est-à-dire à des températures aussi élevées, ne sont pas d'une parfaite solubilité.

Pour obvier à cet inconvénient, on se sert d'appareils qui permettent d'obtenir la dessiccation à une température au-dessous de 100 degrés. Dans ce cas, on prend du lait légèrement écrémé et on lui fait subir au préalable une concentration. Une fois concentré, ou, pour mieux dire, évaporé, le lait bien refroidi est envoyé dans l'appareil à dessécher imaginé et construit par MM. Mignot-Plumey. Cet appareil ne comporte qu'un seul cylindre de 75 centimètres de diamètre tournant à raison de cinq à six tours par minute. Ce cylindre reçoit de l'eau chaude dont la température oscille autour de 92-94 degrés. Il est enveloppé, sur la plus grande partie de sa circonférence, d'une gaine métallique surmontée d'une cheminée d'appel qui favorise l'échappement de la vapeur provenant de la dessiccation. Au-dessous de ce cylindre, et parallèlement à lui, un deuxième cylindre, plus petit, ayant seulement 30 centimètres de diamètre, plonge à moitié dans un réservoir contenant le lait à dessécher. Ce petit cylindre, en tournant, entraîne le lait et l'amène au contact du



APPAREIL MIGNOT-PLUMEY POUR LA FABRICATION DU LAIT EN POUDRE

Le lait, préalablement condensé, est mis dans le réservoir demi-cylindrique A, *d'où le cylindre tournant* B *l'entraîne et le transporte en couche mince sur le tambour dessiccateur* C, *tournant en sens inverse. Un couteau* F *détache la feuille de lait desséché qui est recueillie dans une boîte pour être ensuite pulvérisée. Une gaine* D *et une cheminée d'appel* E *complètent l'appareil.*



BATTERIE DE CUVES A PRÉCIPITATION DU LAIT APRÈS ÉCRÉMAGE

La caillebotte passe des cuves sous la presse que l'on voit au fond de l'atelier, pour, de là, être transportée au séchoir sur des claies disposées dans des wagonnets spéciaux.

tambour dessiccateur qui l'entraîne avec lui, comme dans l'appareil Hatmaker, sous forme d'une pellicule que l'on détache du cylindre à l'aide d'un couteau. Un appareil Mignot-Plumey permet de dessécher 300 kilogrammes de lait à l'heure, ce qui donne environ 36 à 37 kilogrammes de poudre. La marche lente du cylindre et la température plus basse évite le phénomène de caléfaction et la poudre obtenue ainsi est beaucoup plus soluble. Pour reconstituer un kilogramme de lait liquide, on prend 125 grammes de poudre et 875 grammes d'eau à 75 degrés environ, que l'on verse petit à petit sur l'ensemble de la poudre, tout en délayant avec une cuiller.

Le lait sec a ses détracteurs et ses partisans; l'argument de ceux-ci est que le lait desséché est toujours du lait, que s'il n'a pas la fraîcheur du lait trait, il vaut du moins tout autant que le soi-disant lait frais des grandes villes. Mais les autres répondent que le lait desséché doit être écrémé pour pouvoir se conserver et que le lait écrémé n'est qu'un lait incomplet, que la nature enfin n'a jamais songé à écrémer le lait dans le sein maternel. Quoi qu'il en soit, si l'on considère le nombre toujours croissant d'usines qui se créent pour le travailler, on devrait conclure que le lait pur et complet se fera de plus en plus rare, tout au moins dans les villes.

Ce que nous avons examiné jusqu'ici, ce sont les différents procédés employés pour conserver le lait. Il est encore d'autres opérations auxquelles on le soumet pour en extraire certains des éléments qui le composent et dont nous avons donné plus haut une succincte énumération. Nous venons de voir qu'on en peut retirer l'eau et le beurre ; mais il reste encore la caséine et le lactose ou sucre de lait, qui entrent dans la composition d'un litre de lait à raison de 40 à 45 grammes chacune, cinq pour cent environ.

La caséine provient de la dislocation du lait écrémé ; au point de vue alimentaire, elle est le constituant fondamental des fromages ; mais, précipitée par la présure ou par des ferments lactiques, elle fait la caséine plastique qu'emploient et transforment avec succès en objets divers certaines industries.

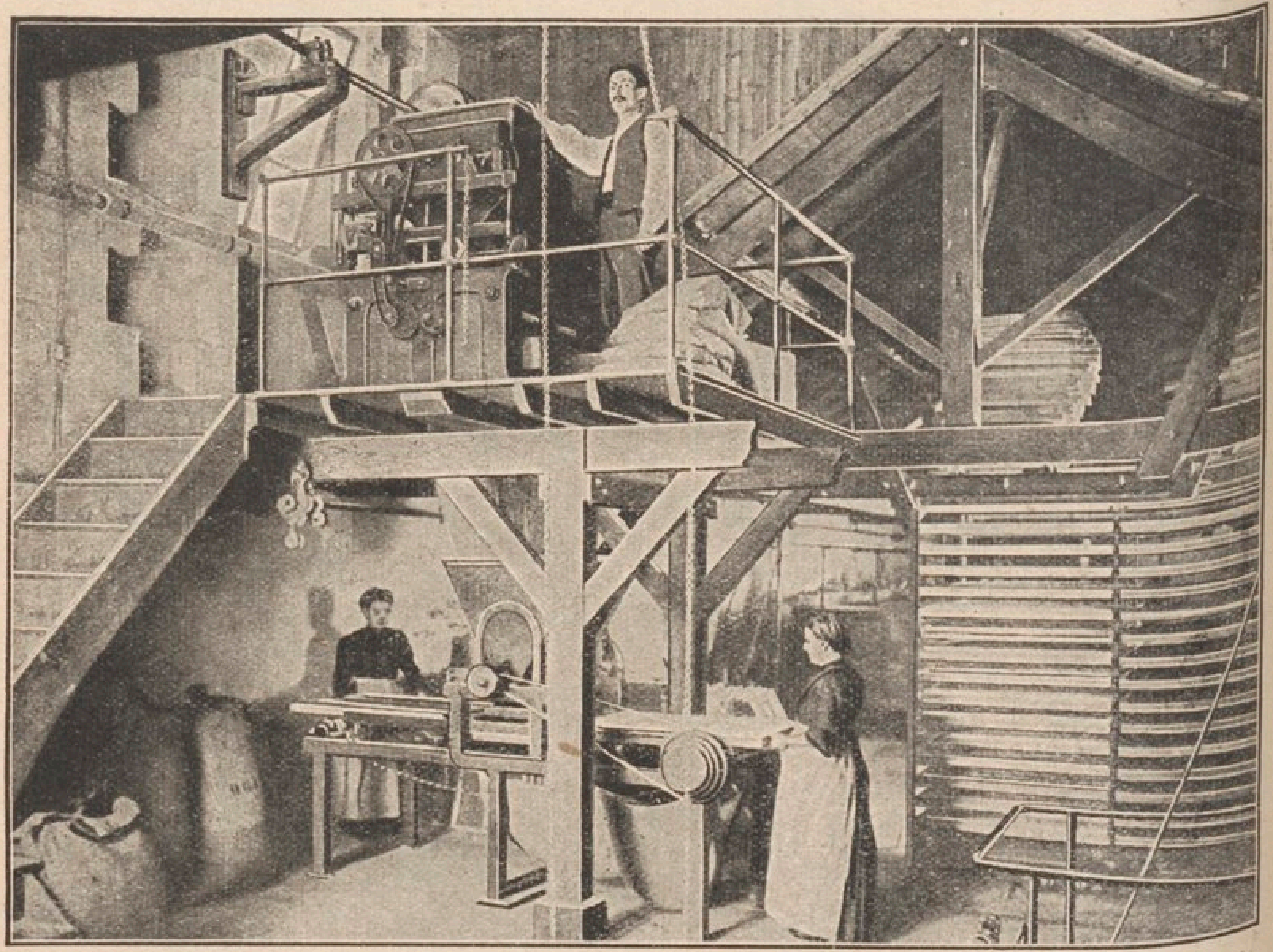
Le principal centre de production de la caséine se trouve dans les Charentes, le Poitou et la Vendée. Dans ces régions exis-

tent un grand nombre de laiteries coopératives, grandes productrices de beurre. Il était donc tout naturel que les industriels s'occupant de l'extraction de la caséine du lait écrémé, résidu de ces laiteries, aient songé à installer leurs usines dans ces provinces.

La fabrication de la caséine comporte deux opérations principales successives. C'est d'abord l'extraction de la caséine humide ou caillebotte, qui s'exécute dans les laiteries, après la fabrication du beurre, de la manière suivante : dans chaque laiterie, le lait, après écrémage, est refoulé, au moyen de pompes, dans des réservoirs garnis intérieurement de plaques de verre ou de porcelaine, d'où il est conduit dans les cuves servant à la fabrication. Celle-ci a lieu suivant différents procédés, selon l'usage auquel est destinée la caséine, comme nous le verrons plus loin. Les cuves servant à cette fabrication sont en bois de chêne ou de sapin, de forme cylindrique, avec un revêtement intérieur en cuivre ou en tôle étamée, d'une contenance de 3.000 à 4.000 litres et munies d'une bonde à la partie inférieure. Entre le bois et le fond de cuivre ou de tôle de la cuve se trouve un serpentin qui permet d'amener la vapeur nécessaire au chauffage, la coagulation du lait se faisant à chaud.

La coagulation se fait par la précipitation à la présure ou par fermentation naturelle ou par addition d'un acide minéral ou organique. On obtient ainsi les différentes qualités désignées sous les noms de : caséine à la présure, caséine lactique et caséine alimentaire.

Lorsque la précipitation a lieu au moyen de la présure, la cuve doit être munie d'agitateurs, car il est nécessaire, pour ce genre de fabrication, que la matière à précipiter soit constamment en mouvement. Pour cette fabrication, le lait doit être chauffé à 35 degrés, puis on ajoute une quantité de présure suffisante pour obtenir une coagulation en vingt ou vingt-cinq minutes. Lorsque celle-ci est terminée, on réchauffe la masse jusqu'à 60 degrés environ pour faciliter l'expulsion du sérum. On fixe alors un sac sur la bonde de la cuve, et on soutire le sérum qui est recueilli dans des réservoirs pour servir ultérieurement à l'alimentation des

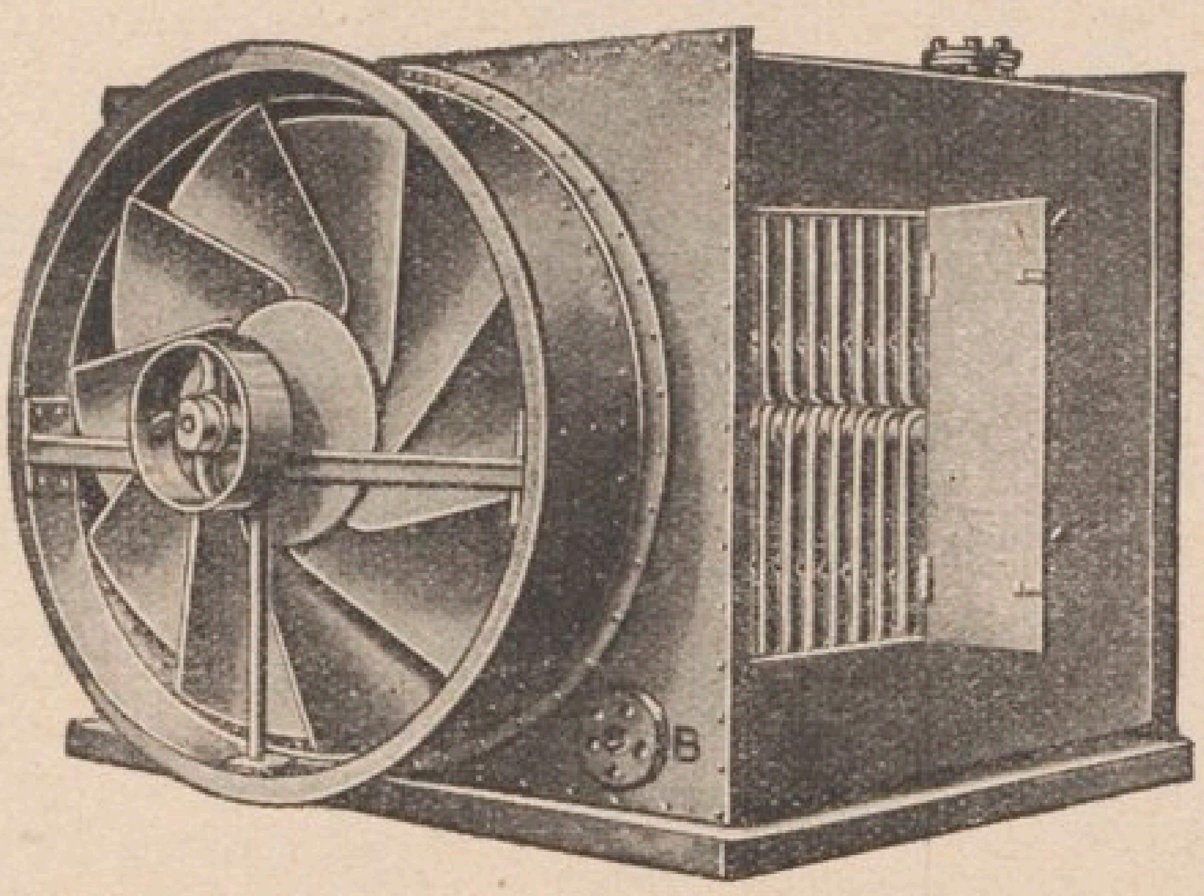


VUE GÉNÉRALE D'UNE INSTALLATION DE CHARGEMENT DE LA CAILLEBOTTE SUR LES CLAIES DE SÉCHAGE, POUR LA FABRICATION DE LA CASÉINE

porcs. Puis la caillebotte est lavée plusieurs fois à l'eau froide, mise en sacs et comprimée au moyen de presses, pour extraire le restant d'eau ou de sérum qu'elle contient encore. La durée de cette opération varie de six à quatorze heures. Cette caillebotte est facilement transportable, mais doit, pour donner de bons résultats, être envoyée le plus rapidement possible dans les usines centrales où a lieu le séchage.

Dans la préparation de la caséine lactique, il suffit d'abandonner le lait dans les cuves à l'acidification spontanée ; celle-ci effectuée, la masse sera divisée en la réchauffant progressivement jusqu'à 55 degrés environ. Après évacuation du sérum, la caséine est lavée d'abord à l'eau chaude, puis, à deux reprises, à l'eau froide. Pour le soutirage et le pressage, on agit de la même façon que pour la fabrication de la caséine à la présure.

La deuxième opération comporte le séchage de la caillebotte, qui s'exécute dans de vastes usines centrales, travaillant les caillebottes fabriquées dans les laiteries situées dans un certain rayon. Ce rayon ne peut excéder une cinquantaine de kilomètres, en raison de la nature périssable de la marchandise qui fermente rapidement, se putréfie et devient ainsi inutilisable. Les usines de la Société Luville et C[ie], qui traitent la plus grosse partie du lait écrémé des Charentes, Vendée et Poitou, sont installées en cinq endroits différents : à Luçon en Vendée, à Taillebourg en Charente-Inférieure, à Surgères et Baignes en Charente, et à Orthez dans les Basses-Pyrénées. Des services de camions automobiles alimentent ces usines.

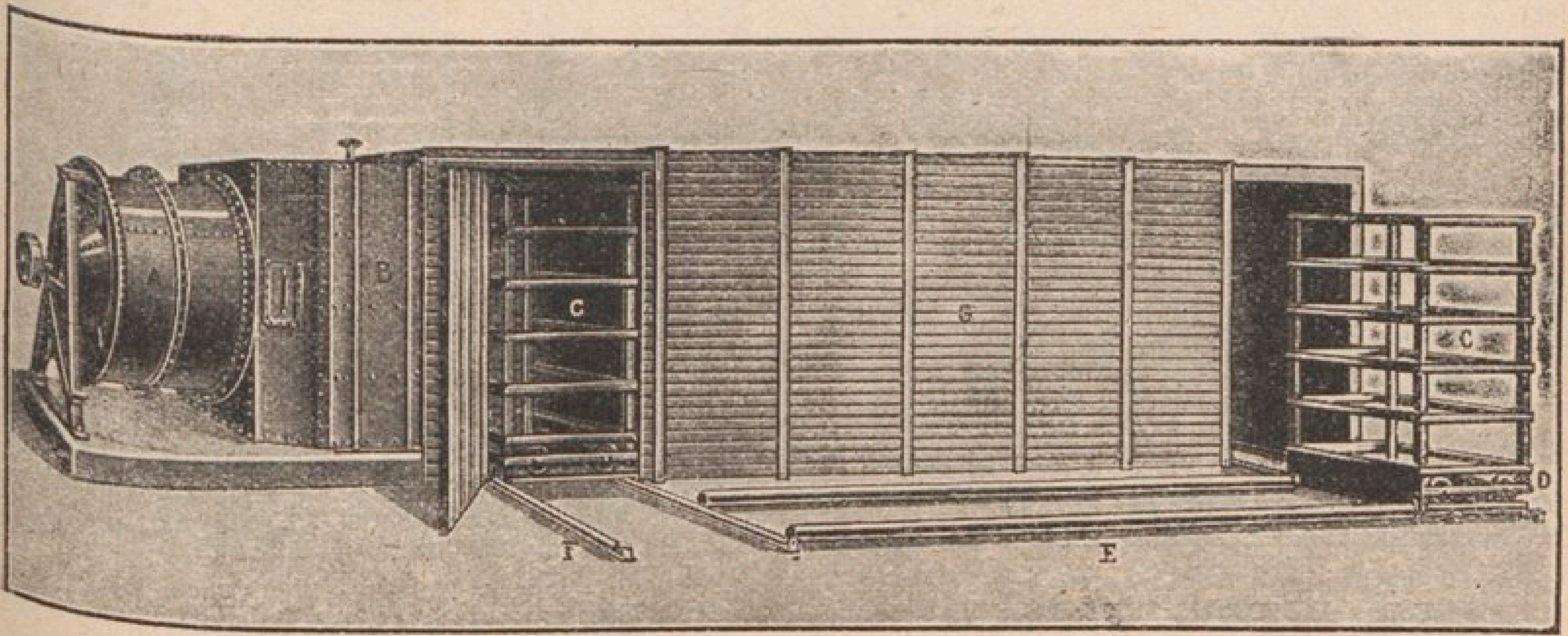


L'AÉRO-CONDENSEUR SYSTÈME FOUCHÉ

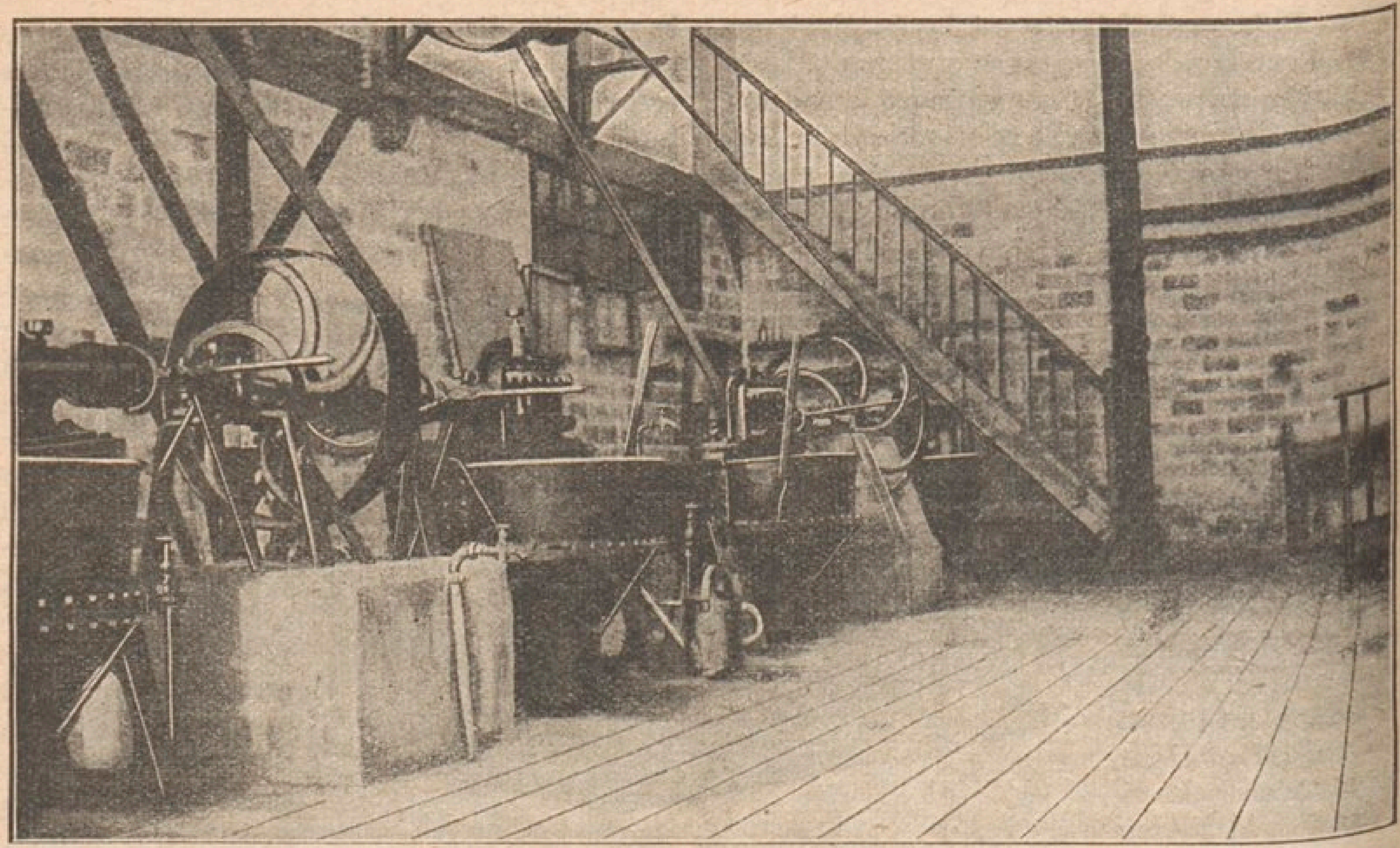
Un ventilateur puissant fait passer un très fort courant d'air sur une batterie de radiateurs chauffés à la vapeur, dont on voit un jeu par le volet ouvert sur le côté de l'appareil.

Lors de son arrivée à l'usine, la caillebotte, quel que soit son mode de fabrication, est passée dans un moulin à cailler, pour être réduite en petits fragments. Elle est ensuite étendue sur des claies en toile ou en store de bois, montées sur des cadres en bois. Ces claies sont alors placées sur des étagères installées sur des wagonnets, et ces derniers sont introduits dans les séchoirs. L'aéro-condenseur « Fouché » est un des organes principaux des séchoirs à caillebotte ; il se compose d'un ventilateur puissant qui fait passer un très fort courant d'air sur une batterie de radiateurs, chauffés à la vapeur.

Lorsque le chariot le plus près du ventilateur a son chargement de caillebotte complètement séché, on le retire du séchoir et on

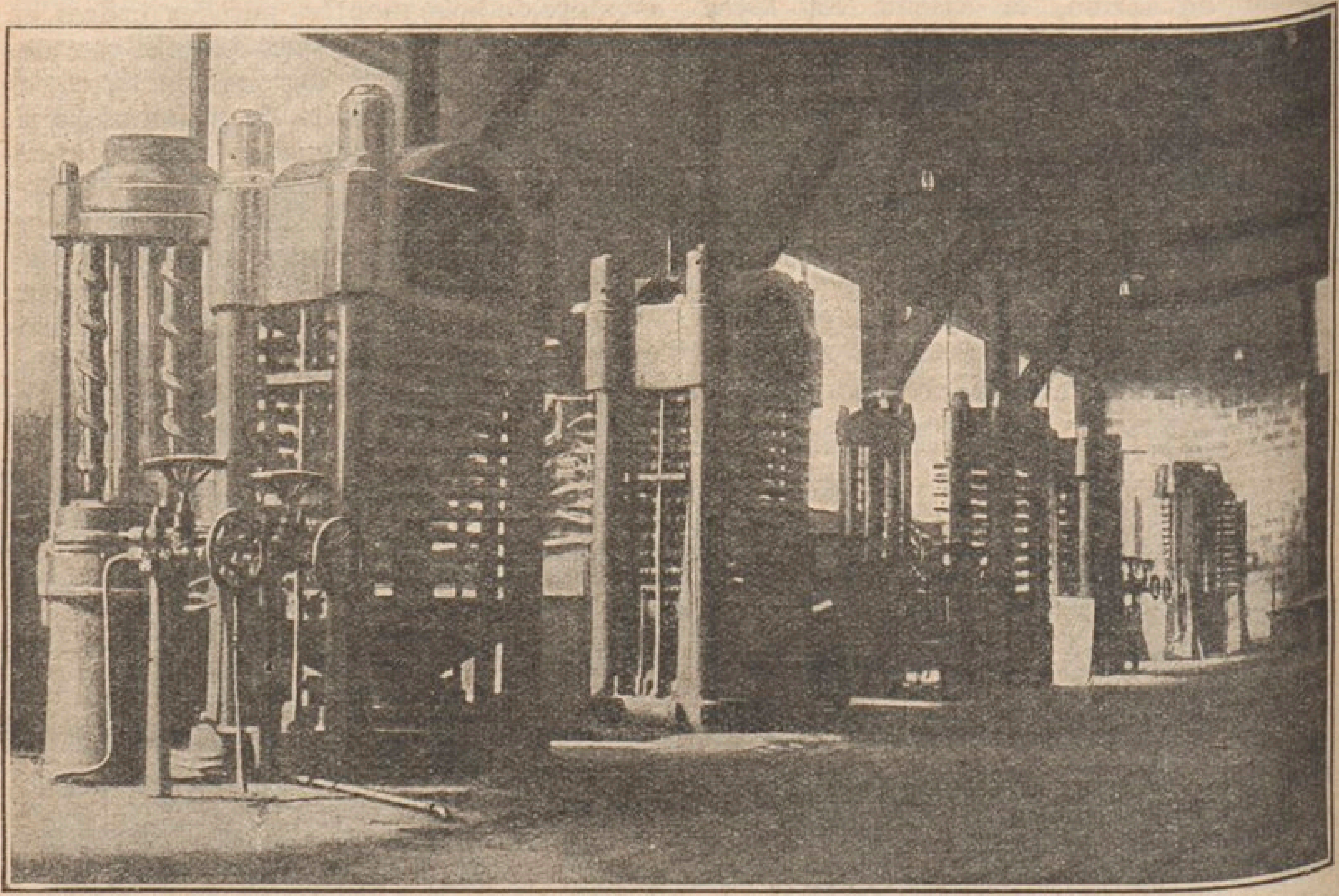


TUNNEL-SÉCHOIR, MUNI A SON AVANT D'UN VENTILATEUR, ET DANS LEQUEL PASSENT LES CHARIOTS CHARGÉS DE LA CASÉINE DISPOSÉE SUR LES CLAIES.



SALLE DES MALAXEURS POUR LA PRÉPARATION DE L'OMNILITH

Par cette opération, qui est délicate et relativement longue, on incorpore à la poudre de caséine, en quantités déterminées, certaines matières colorantes choisies d'après l'usage qu'on fera du produit.



PRESSES HYDRAULIQUES SERVANT A LA FABRICATION DES PLAQUES D'OMNILITH

Après qu'on y a incorporé, par malaxage, les matières colorantes prévues pour la fabrication, la caséine est mise dans des moules qui subissent une pression de 80 à 130 kilogrammes par centimètre carré, sous de puissantes presses hydrauliques, et d'où elle sort sous la forme de plaques.

fait avancer les autres chariots, de façon à ce que le chariot suivant vienne prendre la place de celui qu'on a retiré ; et ainsi de suite. Le séchoir est muni d'une ouverture latérale pour faciliter cette manœuvre. On vide alors celui qui vient d'être sorti, on le recharge à nouveau, et, glissant sur les rails, il va reprendre sa place à la queue du train.

La température du séchoir ne doit pas dépasser 55° environ et le séchage doit plutôt être assuré par une très forte ventilation que par une élévation trop grande de température : celle-ci séchant parfaitement, mais étant préjudiciable à la qualité.

Une fois le séchage opéré, la fabrication est terminée. La caséine se présente alors sous la forme de petits grumeaux, environ de la grosseur d'un grain de riz et sous un aspect d'un blanc jaunâtre. Elle peut être livrée ainsi, ou bien, suivant les demandes des clients, elle est passée au moulin.

Les caséines obtenues par les divers procédés que nous venons d'étudier ont des emplois divers, suivant le mode de fabrication. La caséine lactique est employée pour le couchage du papier, l'apprêt des étoffes, la préparation de la colle pour le collage des bois contreplaqués des ateliers d'aviation.

La caséine à la présure sert principalement à la fabrication des matières plastiques imitant le celluloïd, l'ambre, l'écaille, l'ivoire et la corne. Nous allons voir comment on fait des manches et dessus de brosses, des peignes, des boutons, des colliers, des manches de parapluies ou d'ombrelles, des montures pour sacs à main, des fume-cigares ou fume-cigarettes, des boucles de ceinture, des porte-plumes, liseuses, coupe-papiers, des isolants pour électricité, etc... avec cette matière que les Allemands ont dénommée Galalithe que nous appelons en France Omnilith et dont les applications se multiplient chaque jour de l'objet utile jusqu'à la parure de luxe.

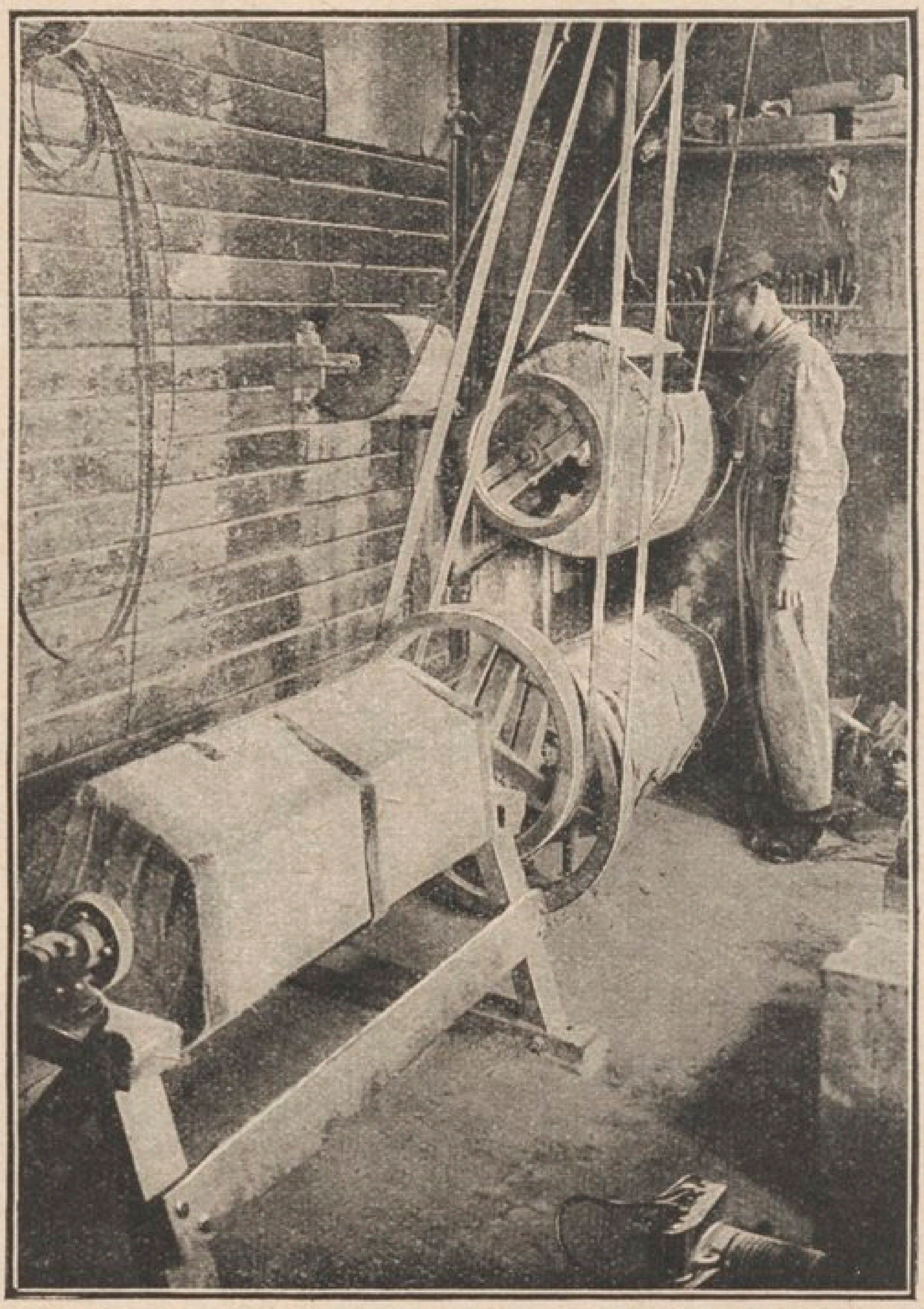
LE TOURNEUR TRAVAILLE L'OMNILITH COMME IL FERAIT DE L'AMBRE OU DE L'IVOIRE

Pendant la guerre, la Compagnie Française de l'Omnilith, installée dans la Charente-Inférieure, produisait, à raison de plus de mille kilos par jour, d'après les procédés J. Ponchelon, une matière plastique qui a rendu d'inestimables services à la défense nationale ; c'est, en effet, avec l'omnilith que l'on a remplacé l'ébonite dont avaient besoin la télégraphie militaire, l'aviation

et l'automobile, privées des isolants qui leur étaient absolument indispensables.

La caséine, qui a l'avantage sur le celluloïd d'être ininflammable, se présente donc sous la forme de grumeaux que l'on écrase tout d'abord sous des meules où elle est réduite en poudre. Une fois moulue et blutée, elle passe dans des malaxeurs où elle subit une préparation spéciale et où on lui incorpore les matières colorantes. Du malaxeur, on la dirige vers les boudineuses ou les presses hydrauliques, selon la forme que l'on veut ensuite lui donner. La boudineuse est un appareil tubulaire à circulation d'eau, dans lequel la matière est étirée et d'où elle sort sous forme de bâtons de longueur variable ; le calibre peut en être modifié à volonté, à l'aide d'un réglage. Ces bâtons sont ensuite roulés entre deux plateaux horizontaux de cinquante centimètres de large environ, dont l'un, l'inférieur, est fixe et froid, tandis que celui de dessus, chauffé, est animé d'un mouvement de va-et-vient réglé à l'aide d'une came et d'une série d'engrenages actionnés électriquement. Les bâtons d'omnilith ainsi redressés et égalisés mesurent 90 centimètres de longueur. Grâce aux peintures d'aniline, on peut obtenir les coloris les plus variés.

Pour la fabrication des plaques, la caséine, après avoir subi le même traitement que pour les bâtons, est mise dans des moules de l'épaisseur de la plaque que l'on veut obtenir ; ces moules sont placés entre les plateaux chauffés d'une presse hydraulique où ils subissent une pression de 80 à 150 kilos par centimètre carré. Après refroidissement, on démoule la matière qui se présente sous la forme d'une plaque. Ces opérations terminées, plaques et bâtons sont plongés dans des bains d'aldéhyde formique, pendant un laps de temps assez long, puis ils sont portés dans des séchoirs à air chaud. Lorsqu'ils sont suffisamment secs, on les livre à l'atelier qui les transforme en vingt objets divers, que nous avons énumérés plus haut.



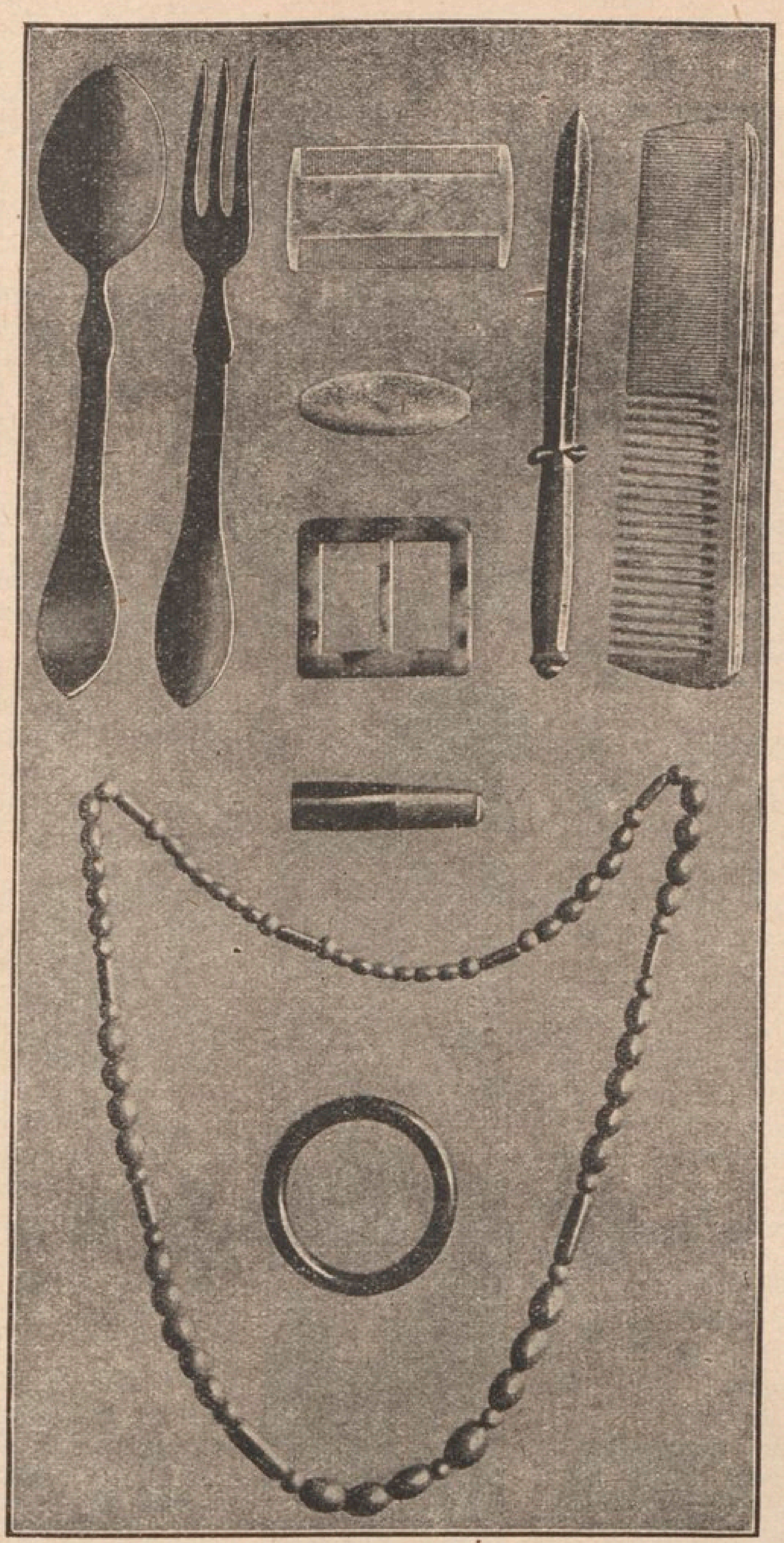
POLISSAGE DES OBJETS FABRIQUÉS AVEC L'OMNILITH

Dans des tambours de formes spéciales, ces objets sont roulés les uns sur les autres jusqu'à ce qu'aient disparu toutes les rugosités que le tour n'a pu enlever.

L'omnilith est travaillé au tour comme toute autre matière. Les photographies que nous reproduisons ci-dessus nous montrant des ouvriers débitant des bâtons en grosses perles que l'on porte ensuite dans des cylindres de bois tournant où, en roulant les unes sur les autres, elles se polissent et prennent la forme sphérique nécessaire pour imiter les perles d'ambre dont on composera les colliers. Qui aurait dit, jadis, qu'avec du lait desséché et comprimé, voire du fromage, on ferait d'élégantes et trompeuses parures?

Un autre sous-produit du lait, qui trouve son emploi le plus important dans les préparations pharmaceutiques et que commencent à utiliser aussi les industries des laits condensés, de la chocolaterie et de la confi-

serie, le lactose, ou sucre de lait, se place à la suite de la caséine. Le sérum obtenu par la fabrication de la caséine est un aliment trop incomplet et trop difficile à conserver pour pouvoir être utilisé même dans l'alimentation des animaux ; il contient néanmoins cet élément utile que nous n'exploitons pas encore en France, mais que la Suisse, la Hollande, l'Italie, et, depuis la guerre, l'Amérique, nous fournissent couramment. On estime que notre consommation s'est élevée à 500 tonnes environ dans le courant de l'année 1918. La fabrication du lactose est à la fois simple et très délicate. Le sérum est d'abord neutralisé par de la craie, puis on y ajoute un antiseptique énergique, le formol le plus souvent, afin d'éviter toute transformation du lactose en acide. Après un séjour de quelques heures dans les bacs d'attente, on décante et on fait passer dans l'appareil de concentration. Le liquide obtenu, encore coloré, demande à être blanchi ; on le décolore sur du noir animal, puis on filtre à nouveau et on fait cristalliser par une deuxième concentration à l'air libre. Pour cette concentration, on emploie l'appareil à condenser Streckheisen, qui est composé d'une série de disques lenticulaires chauffés intérieurement à la vapeur et au contact desquels on amène le liquide ; celui-ci, réparti en couche mince, s'évapore rapidement, et on le recueille en cristaux. L'industrie du lactose, nous dit l'ingénieur Charrière, a été jusqu'ici trop peu importante pour légitimer la création de raffineries spéciales. Aussi, tant bien que mal, chaque lactoserie raffine-t-elle elle-même son sucre au fur et à mesure de sa production. A cet effet, les cristaux sont redissous dans aussi peu d'eau que possible, filtrés et recuits ; ils passent à l'essoreuse pour être soumis au clairçage en même temps qu'à la centrifugation. Les jets de vapeur, ou même d'eau, tombant sur le sucre tournant à grande vitesse, suffisent à le débarrasser des dernières impuretés qui le souillent. Du lait, on extrait aussi l'acide lactique, du vinaigre et certaines boissons fermentées. Octave Guillerme.



OBJETS EN OMNILITH (PROCÉDÉS BLANPAIN)

JAUGE AUTOMATIQUE POUR LES RÉSERVOIRS D'AUTOS OU D'AVIONS

Étant donné la capacité d'un réservoir mesuré à l'avance, connaître automatiquement et à tout instant la quantité de liquide qui y est contenue, est une nécessité que l'automobile et l'aviation notamment ont rendue obligatoire. Sur une voiture automobile, le réservoir d'essence peut être placé en charge, sur le tablier, ou sous pression à l'arrière du châssis. Dans ce dernier cas, surtout, comme il faut faire usage de la pompe, toutes les fois que l'on dévisse le bouchon, ce qui arrive à chaque entrée ou sortie de Paris, pour la formalité de déclaration à l'octroi, on comprend l'ennui de cette opération qui se fait à l'aide d' une règle graduée que l'on plonge dans le réservoir. En aviation, la question devient plus grave ; il ne s'agit pas d'octroi, mais il importe de connaître sans cesse la provision d'essence, afin de ne pas attendre pour atterrir que le réservoir soit vide.

On a donc imaginé, pour éviter cet ennui et pour parer à ce danger, une jauge automatique qui, munie d'un cadran et d'une aiguille mobile, indique, à moins d'un litre près, la quantité de liquide contenue dans le réservoir. Elle se compose d'un tube plus ou moins long, suivant la dimension du réservoir à jauger ; ce tube plonge dans le liquide et est vissé au réservoir par son extrémité supérieure, terminée par un bouchon extérieur porteur d'un cadran blanc ; dans la paroi du tube sont taillées deux fentes hélicoïdales parallèles, dont le pas est tel qu'en projection, elles donnent exactement une circonférence égale à celle du cadran. Le flotteur, petit cylindre en cuivre ou en aluminium, est guidé par trois points : d'abord, par une tige plate qui passe par son centre et le long de laquelle il monte ou descend librement ; ensuite, par deux ergots latéraux qui s'engagent dans les fentes hélicoïdales, de telle sorte que son mouvement, dans le sens vertical, se produit suivant une spirale. En tournant ainsi, il entraîne la tige plate qui repose par un pointeau sur le fond du tube et dont la pointe supérieure passe au centre du cadran extérieur et porte une aiguille horizontale. Cette aiguille, en se déplaçant, indique le niveau du liquide.

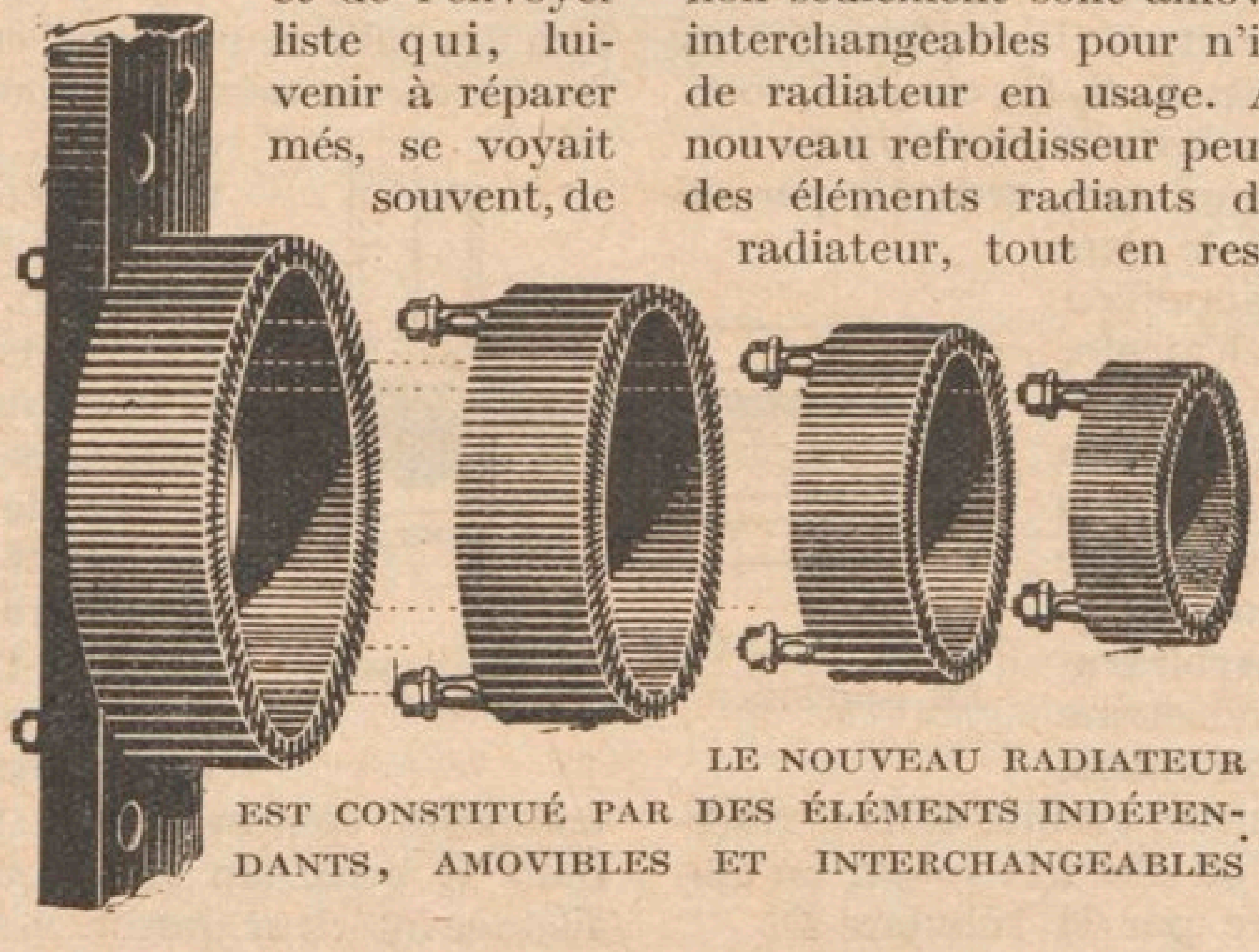
Pour graduer le cadran, on procède de la façon suivante : une fois la jauge mise en place sur le réservoir vide, on marque le zéro au point qu'occupe l'aiguille à ce moment. On introduit alors un litre ; le flotteur s'élève, fait tourner la tige plate et l'aiguille se déplace d'un certain espace que l'on note à l'aide d'un trait sur le secteur ; après un second litre, on marque un second trait et ainsi de suite jusqu'à ce que le réservoir soit plein ; l'aiguille aura alors opéré une révolution complète. Les traits sont numérotés de cinq en cinq, pour faciliter la lecture.

L'automobiliste saura donc immédiatement, et sans toucher au bouchon de son réservoir, ce qu'il y a à déclarer à l'employé d'octroi ; l'aviateur, ayant ce cadran sous les yeux, peut régler sa conduite, atterrir ou prolonger son vol d'après la quantité de combustible liquide dont il dispose encore. Cette jauge peut s'appliquer à tous réservoirs quelle que soit leur forme. Toutefois, sa hauteur devant correspondre à la profondeur du réservoir, il en existe de différentes dimensions.

ON NE RESTERA PLUS EN PANNE POUR UNE FUITE AU RADIATEUR

Par Frédéric MATTON

Jusqu'à ce jour, lorsque des fuites se déclaraient dans la tubulure délicate et compliquée du radiateur d'automobile, on était obligé de démonter l'appareil du châssis et de l'envoyer chez un spécialiste qui, lui-même, pour parvenir à réparer les tubes abîmés, se voyait contraint, le plus souvent, de démonter complètement la carcasse du radiateur. Il en résultait nécessairement une immobilisation plus ou moins longue de la voiture et des frais parfois assez élevés.



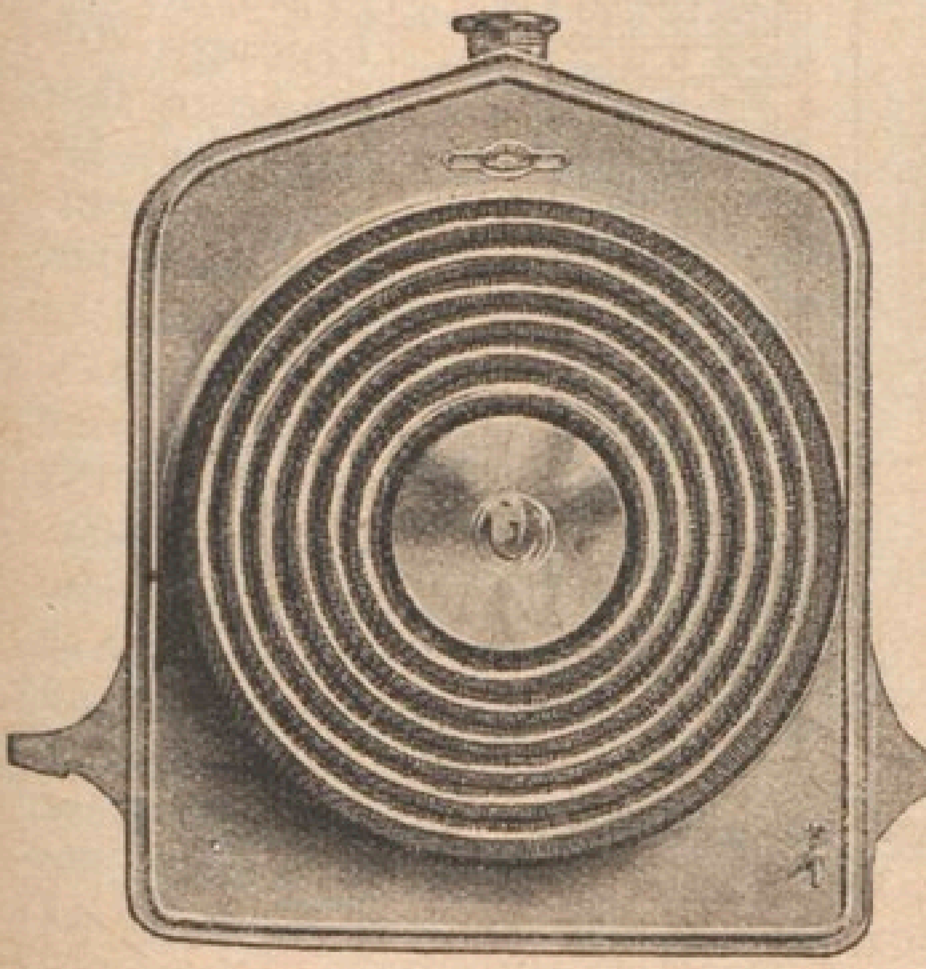
LE NOUVEAU RADIATEUR EST CONSTITUÉ PAR DES ÉLÉMENTS INDÉPENDANTS, AMOVIBLES ET INTERCHANGEABLES

Pour obvier à ces inconvénients, divers chercheurs avaient préconisé des solutions plus ou moins ingénieuses qui, toutes, comportaient des éléments refroidisseurs amovibles. Comme, cependant, ces éléments variaient avec chaque type de radiateur, les solutions offertes demeuraient peu pratiques ; en fait, on n'en a retenu aucune.

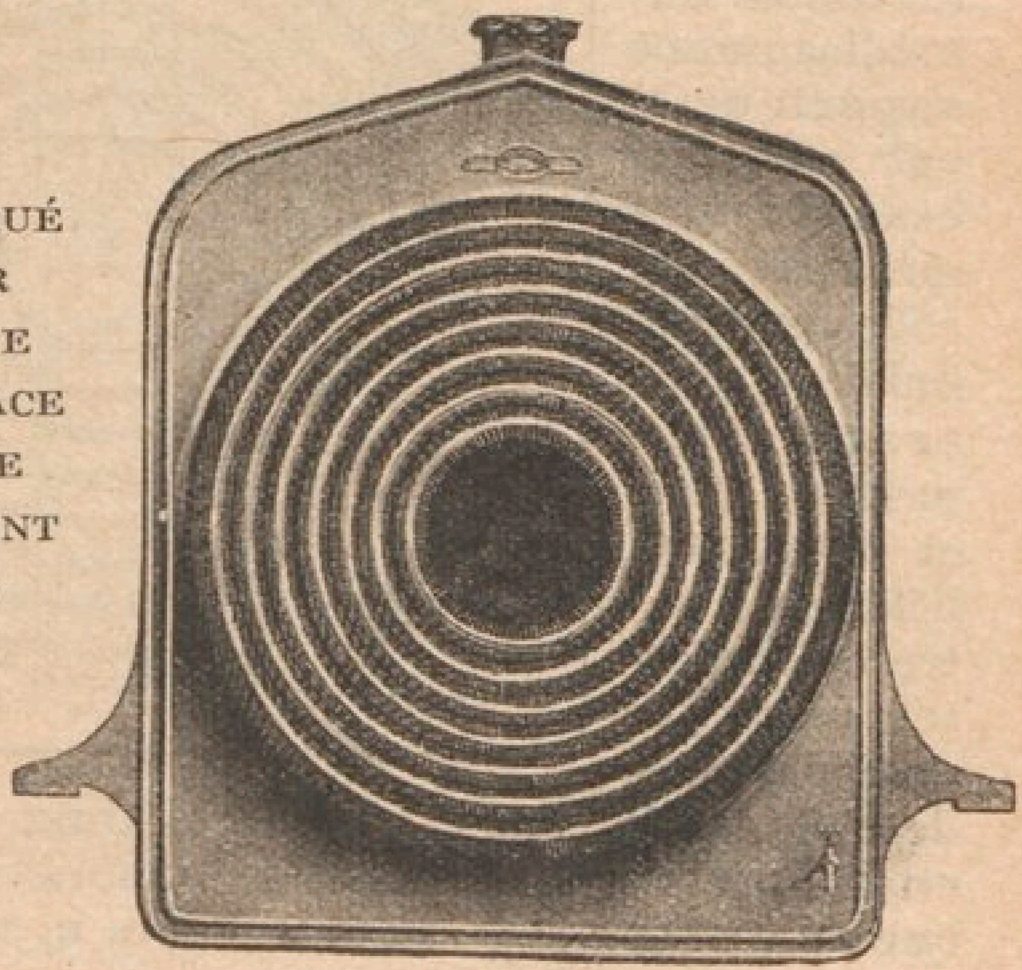
Assuré d'un meilleur accueil nous semble devoir être un refroidisseur inventé récemment par un de nos compatriotes, l'ingénieur Léon Chardard, car l'appareil qu'il présente au public comporte des éléments qui, non seulement sont amovibles mais encore interchangeables pour n'importe quel type de radiateur en usage. Autrement dit, le nouveau refroidisseur peut prendre la place des éléments radiants de n'importe quel radiateur, tout en respectant la forme extérieure de cet organe.

A cet avantage s'en ajoutent deux autres : 1° Faculté de faire varier la surface radiante ; 2° Possibilité en cas de fuite constatée sur un élément, soit de changer immédiatement cet élément avec la plus grande facilité, soit de l'éliminer temporairement si l'on ne possède pas sur place son rechange.

Ces avantages découlent du principe même de l'appareil, lequel consiste dans la concentricité de tous les éléments, ces derniers étant, par ailleurs, en nombre proportionnel à la puissance du moteur de la voiture.



IL EST TOUT INDIQUÉ DE LOGER UN PHARE DANS L'ESPACE ANNULAIRE DE L'ÉLÉMENT CENTRAL



Comme le montre la figure 3, l'eau chaude provenant de la chemise de circulation d'eau du moteur parvient dans le réservoir supérieur A du radiateur par la tubulure R. Elle pénètre immédiatement dans la nourrice B, par le haut ; celle-ci est rivée et soudée entre les deux réservoirs A et a et comporte deux cloisons c qui la divisent en deux chambres, empêchant ainsi l'eau de passer directement de A en a. Le liquide, au contraire, est obligé de pénétrer par les orifices F dans chacun des éléments E_1 E_2 E_3, etc., qui, tous, sont indépendants les uns des autres.

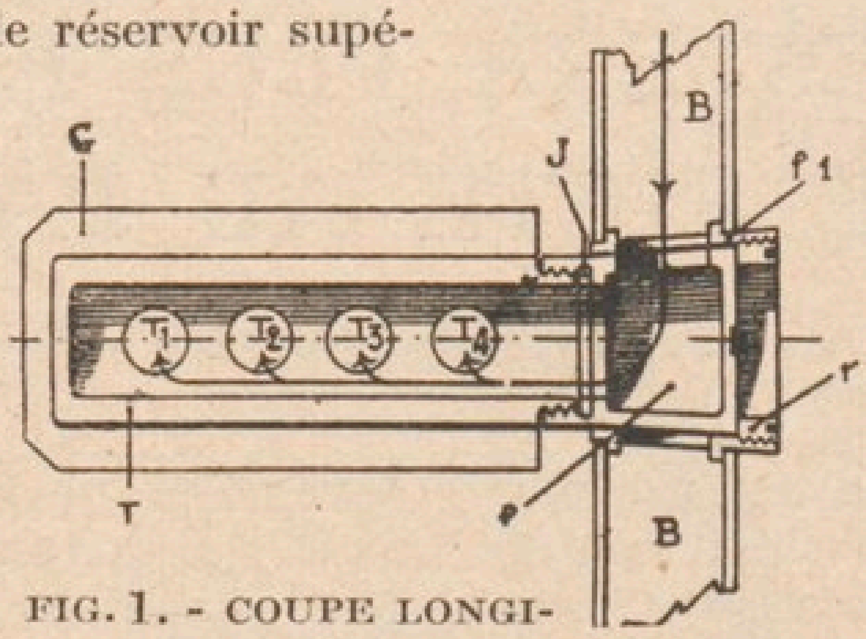


FIG. 1. - COUPE LONGITUDINALE D'UN DES COLLECTEURS

Il est à remarquer que, arrivant par de petits collecteurs à la partie supérieure et au milieu de chacun des éléments, l'eau se divise en deux courants qui se dirigent, l'un vers la droite, l'autre vers la gauche, pour se rejoindre à la partie inférieure de la nourrice B après avoir emprunté d'autres collecteurs identiques aux premiers. L'eau refroidie pénètre ensuite dans le réservoir inférieur a d'où elle fait retour au moteur de la voiture par la tubulure D.

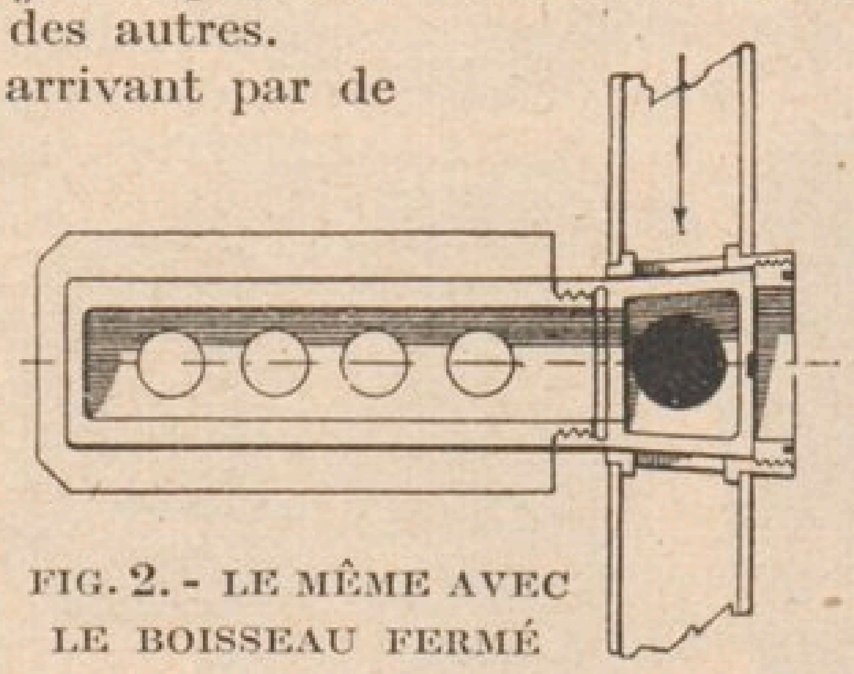


FIG. 2. - LE MÊME AVEC LE BOISSEAU FERMÉ

Chaque élément refroidisseur E_1 E_2, etc., a un diamètre fixe et s'emboîte exactement dans l'élément du calibre immédiatement supérieur. Il est constitué essentiellement par deux collecteurs tubulaires placés respectivement en haut et en bas de l'élément ; entre ces collecteurs sont disposés des tubes de cuivre mis en forme et recouverts d'un grand nombre d'ailettes G qui, pour un débit d'eau déterminé, réalisent une surface de refroidissement relativement considérable.

Il est à noter que, chaque courant d'eau parcourant un chemin semi-circulaire, le circuit total est infiniment plus long que dans les systèmes ordinaires, ce qui augmente d'autant la capacité de refroidissement de l'appareil.

La figure 1 représente en coupe longitudinale, l'un des collecteurs d'un élément quelconque monté sur la nourrice. Soit T ce collecteur qui reçoit, par exemple, huit tubes, dont quatre de chaque côté (T_1 T_2 T_3 T_4 sur la figure). Ces tubes sont recouverts par les ailettes G. La nourrice B porte des boisseaux femelles f_1 percés de deux trous diamétralement opposés pour permettre le passage de l'eau. A l'intérieur de chacun de ces boisseaux est logé un boisseau mâle f qui comporte également des trous, correspondant à ceux du boisseau f_1 et porte un filetage intérieur destiné à recevoir le collecteur T ; un joint métallo-plastique J assure l'étanchéité absolue de la jonction des deux pièces. Un écrou f_2 permet le blocage des boisseaux mâle et femelle qui sont rendus étanches par un rodage très soigné.

Si, pour une raison quelconque (gelée, choc, etc.), une fuite vient à se déclarer dans l'élément, il suffit de fermer le passage de l'eau dans cet

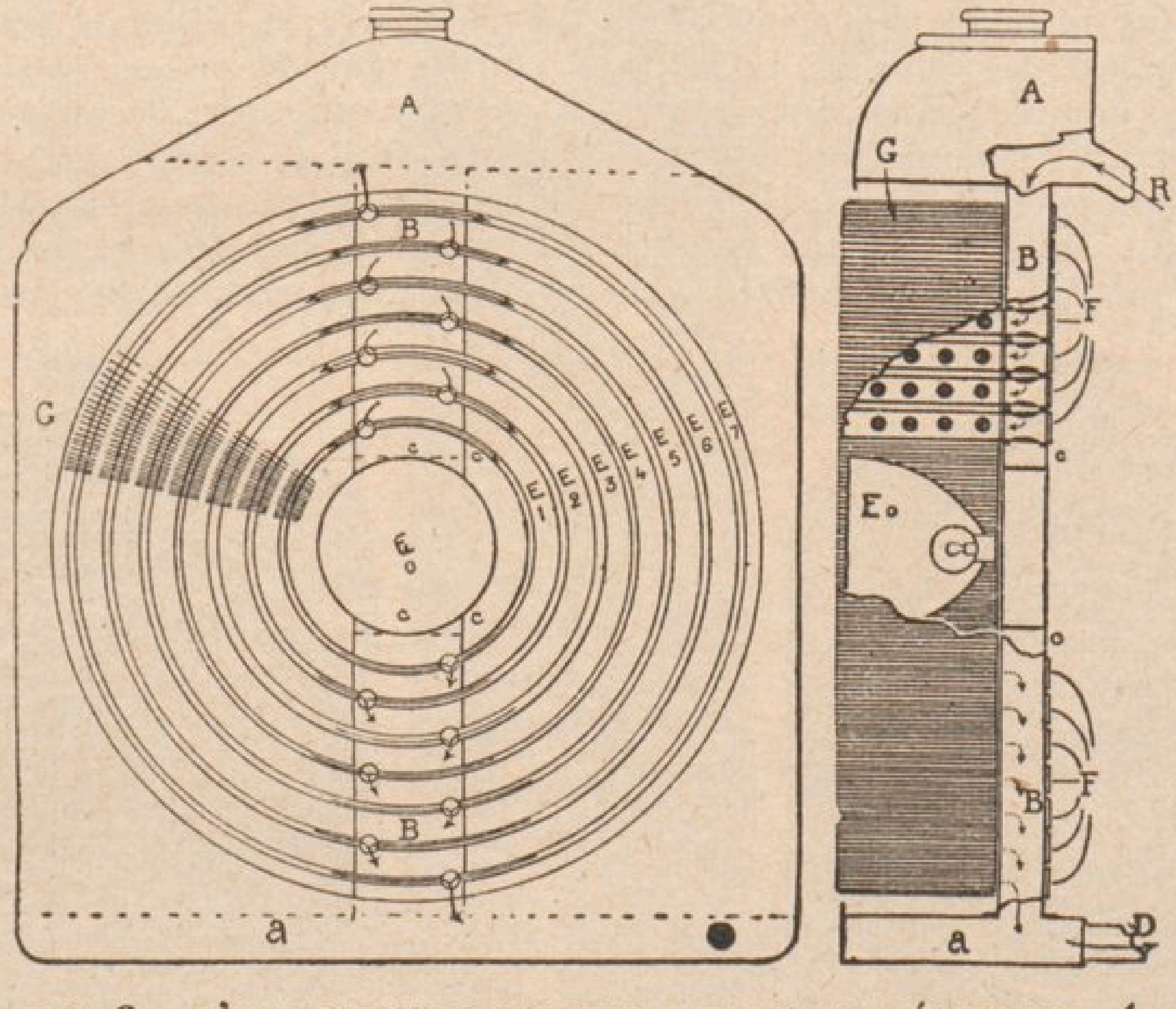
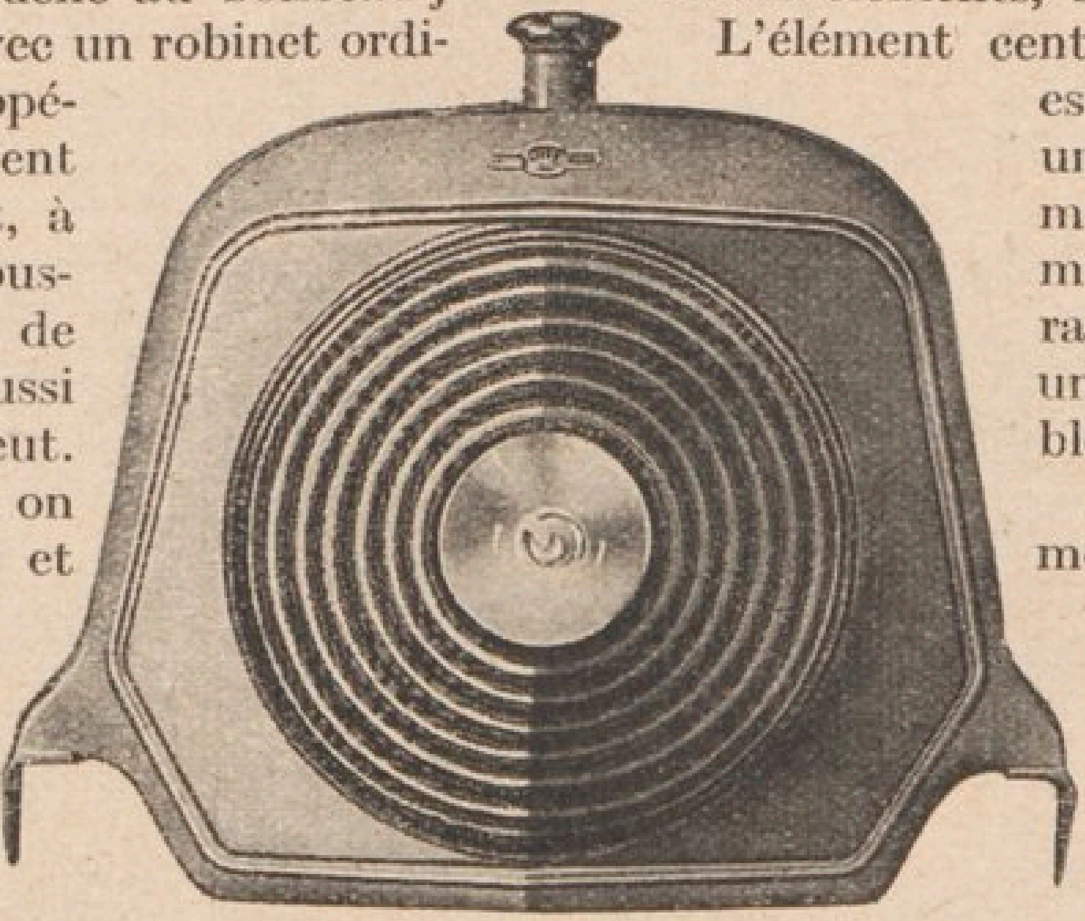


FIG. 3. - L'EAU CHAUDE PARVIENT DANS LE RÉSERVOIR A, PARCOURT LES ÉLÉMENTS E_1 E_2 E_3, ETC., ARRIVE DANS LE RÉSERVOIR a, ET FAIT RETOUR AU MOTEUR

élément, ce qu'on obtient en faisant faire un quart de tour à gauche au boisseau *f* comme on le ferait avec un robinet ordinaire (fig. 1 et 2). Cette opération, qui isole l'élément endommagé, permet, à condition de ne pas pousser l'allure du moteur, de continuer la route aussi longtemps qu'on le veut. En rentrant au garage, on procède au démontage et à la réparation ou au remplacement de l'élément détérioré. Le remplacement n'exige aucune expérience spéciale et s'effectue en moins de temps qu'il est nécessaire pour changer un pneumatique. En hiver, on évitera la congélation du radiateur tout en diminuant, ce qui est souhaitable, sa capacité de refroidissement, en isolant de la manière indiquée un ou plusieurs éléments, suivant la température.



ADAPTATION DU NOUVEAU REFROIDISSEUR SUR UN RADIATEUR EN COUPE-VENT

L'élément central étant circulaire, il est tout indiqué d'y loger un phare qui, non seulement se trouvera idéalement placé, mais concourra à donner au radiateur un caractère remarquablement esthétique.

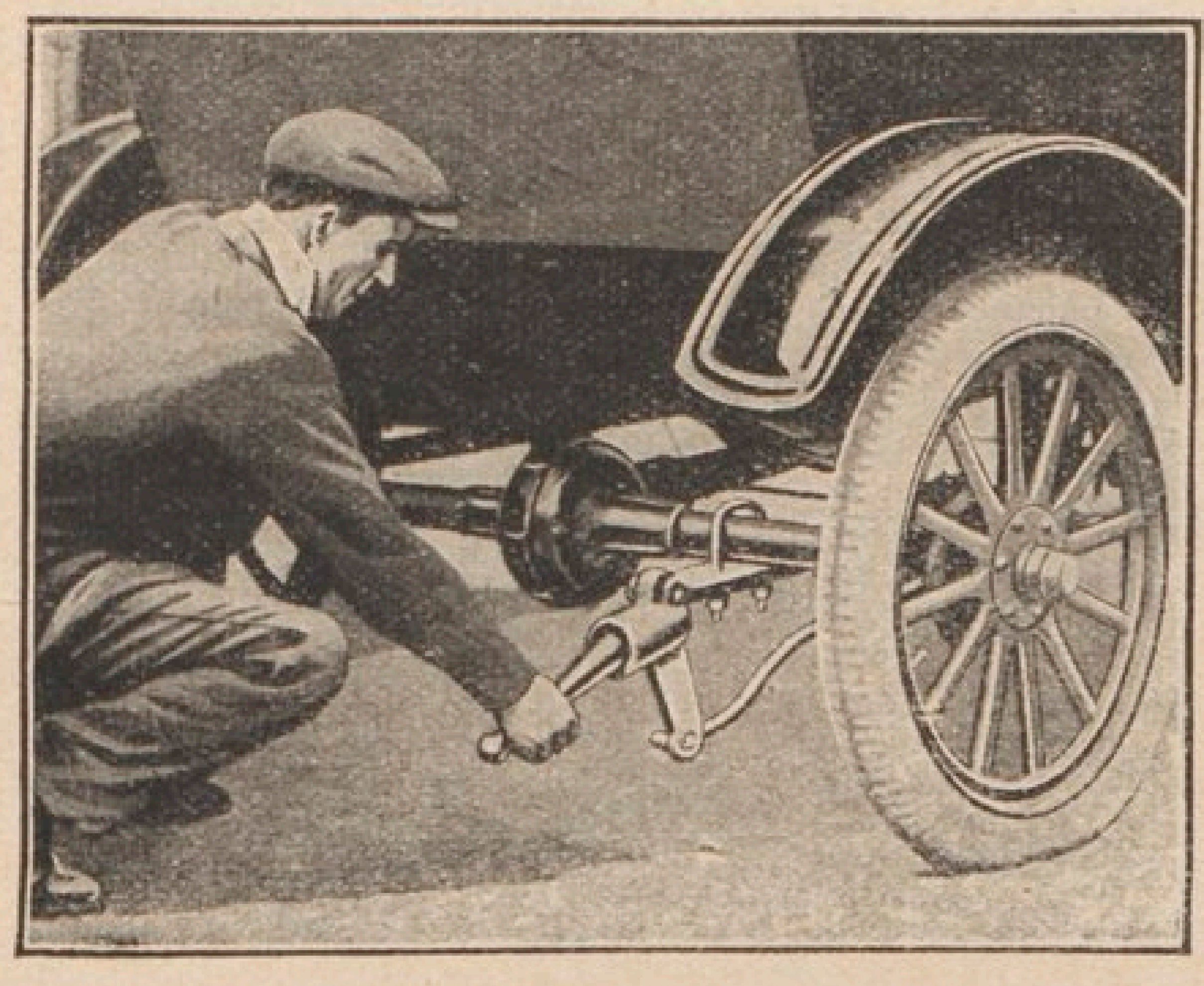
Deux de nos gravures montrent le refroidisseur de M. Chardard adapté à des radiateurs de types différents avec et sans phare. Deux séries ont été créées qui couvrent la gamme étendue de tous les types connus de radiateurs ; ce sont la série droite et la série coupe-vent ; elles comportent toutes deux des éléments identiques.

Frédéric Matton.

POUR DÉSEMBOURBER UNE AUTO LÉGÈRE

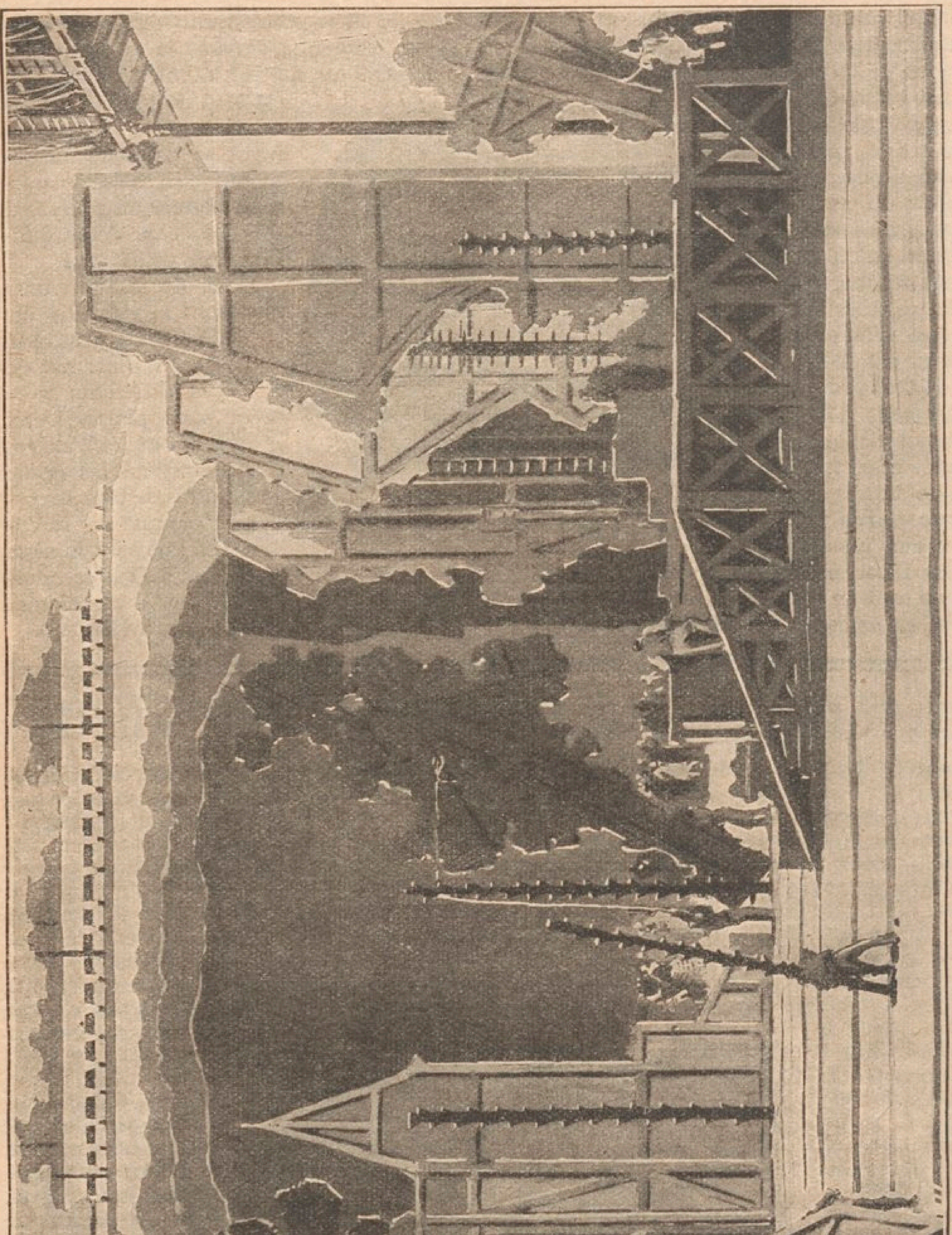
Puisqu'il faut, pour désembourber un char, d'abord s'aider soi-même si l'on veut que le Ciel vous aide ensuite — tel est du moins le conseil que nous donne le fabuliste — ceux de nos lecteurs qui possèdent une automobile légère nous sauront gré, sans doute, de leur indiquer le procédé adopté par un fermier américain pour sortir, le cas échéant, sa Ford d'embarras.

Ce procédé, rapporté par notre confrère *The Popular Science Monthly*, consiste à assujettir sur le pont arrière du véhicule, un dispositif de commande relié, d'une part, au levier des vitesses et, d'autre part, aux pédales de débrayage et d'accélération. Cette liaison est telle (il est inutile d'entrer dans les détails mécaniques, car ils varient nécessairement avec les positions respectives des organes de commande), que si l'on remonte le levier placé à l'arrière de la voiture, d'une certaine quantité, on provoque : 1° le débrayage du moteur ; 2° son accélération et 3° le verrouillage du levier des vitesses sur la première vitesse. En continuant à remonter le levier, on produit alors la manœuvre inverse de la première des trois que nous venons de mentionner, c'est-à-dire l'embrayage, lequel peut être réalisé avec toute la douceur convenable. La voiture tend, par conséquent, à démarrer et il y a de grandes chances pour qu'elle y parvienne, puisque, d'une part, elle est allégée de toute charge, *y compris le poids de son conducteur*, et que, d'autre part, ce dernier, avec l'aide, s'il est accompagné, des autres occupants de la voiture, peut appliquer ses propres forces à pousser le véhicule dans la direction voulue.



LA MARCHE DE LA VOITURE EST COMMANDÉE DE L'ARRIÈRE PAR LE CONDUCTEUR

Une fois le démarrage obtenu et l'obstacle franchi, le conducteur rabat à fond le levier de commande arrière et reprend sa place au volant. Ce dispositif peut aussi rendre des services dans les garages et ateliers.



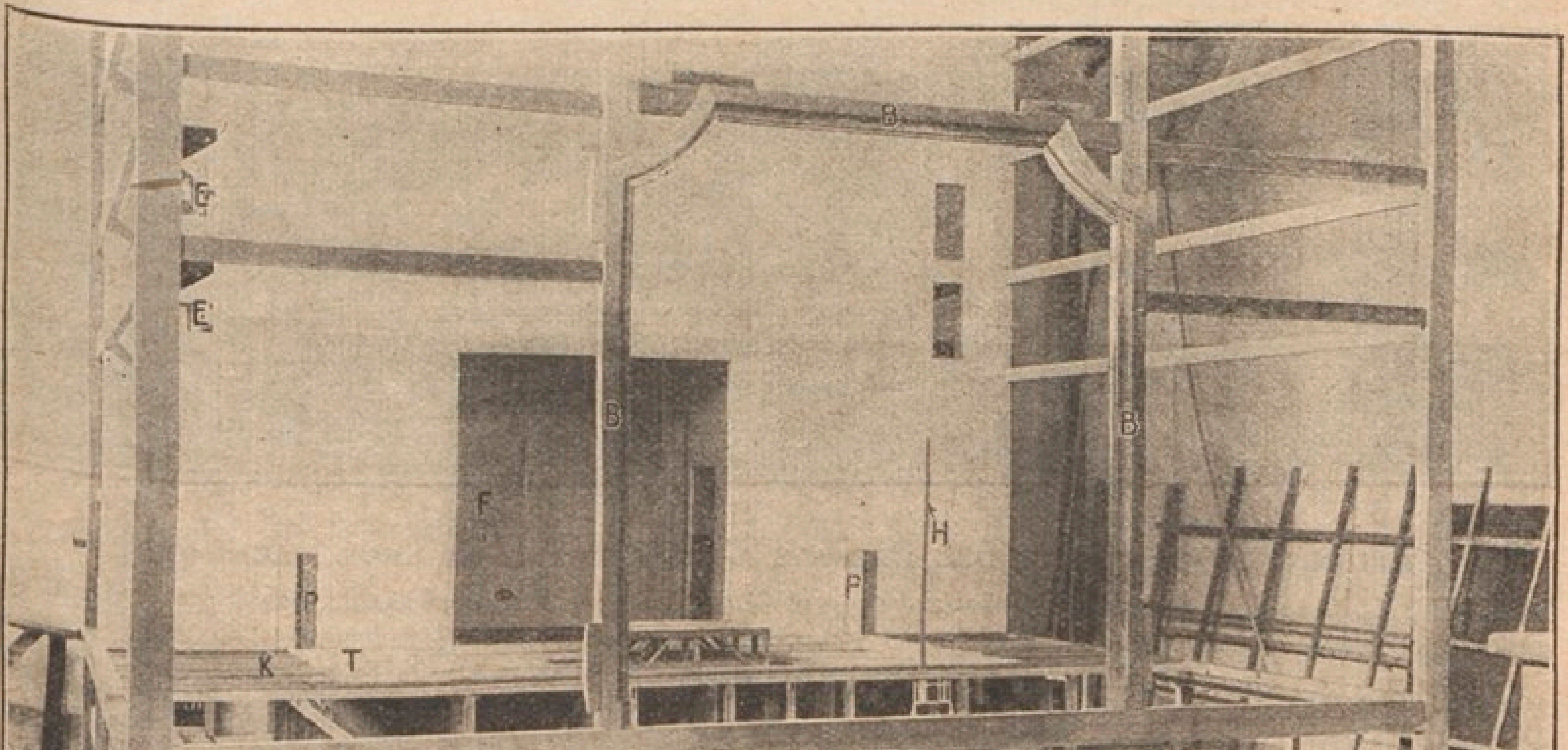
LES MACHINISTES CHANGEANT UN DÉCOR SUR LA SCÈNE D'UN THÉATRE PENDANT UN ENTR'ACTE

Ils déplacent les mâts et amènent les décors, installent les praticables, disposent les frises, les portants et règlent l'éclairage des rampes et des herses.

LA MACHINERIE AU THÉATRE

Par Marcel JUBIN

Si l'on considère l'installation et l'organisation des grands théâtres à l'étranger, on est obligé de reconnaître que nos scènes, et nos salles de spectacle aussi, sont dans un état d'infériorité notoire. Berlin, Vienne, Munich, Budapest, possèdent des théâtres aux salles vastes et aux scènes bien équipées ; le «Metropolitan» de New-York, l'«Auditorium» de Chicago, sont des théâtres logiquement conçus et admirablement construits. Il en est de même en Angleterre, en Italie, en Russie. On y joue neuf fois par semaine et, dans la même journée, on peut représenter *Faust* et le *Crépuscule des Dieux*. Quel est l'opéra français qui saurait en faire autant? A New-York, l'organisation est poussée à un tel point que, pour le prix de sa place, le spectateur y est transporté en ascenseur, muni d'un programme, débarrassé du vestiaire et il a même droit à une boisson glacée pendant l'entr'acte, tout comme dans les théâtres japonais. Nous sommes loin d'en être là ; ce sont encore les errements du siècle dernier qui nous régissent. On a pourtant construit de nouvelles scènes, mais on a conservé l'ancien moule : dégagements latéraux insuffisants ; point d'arrière-scène, d'où difficultés pour les projections et les apparitions ; installations des artistes anti-hygiéniques et malpropres ; nos plus grands théâtres n'ont même pas l'eau courante dans les loges du personnel. Les spectateurs ne sont pas beaucoup mieux lotis ; les salles sont trop petites, insuffisantes pour les recettes que demandent les grosses dépenses de mise en scène des pièces actuelles;



MAQUETTE EN COURS DE CONSTRUCTION DE LA SCÈNE D'UN GRAND THÉATRE

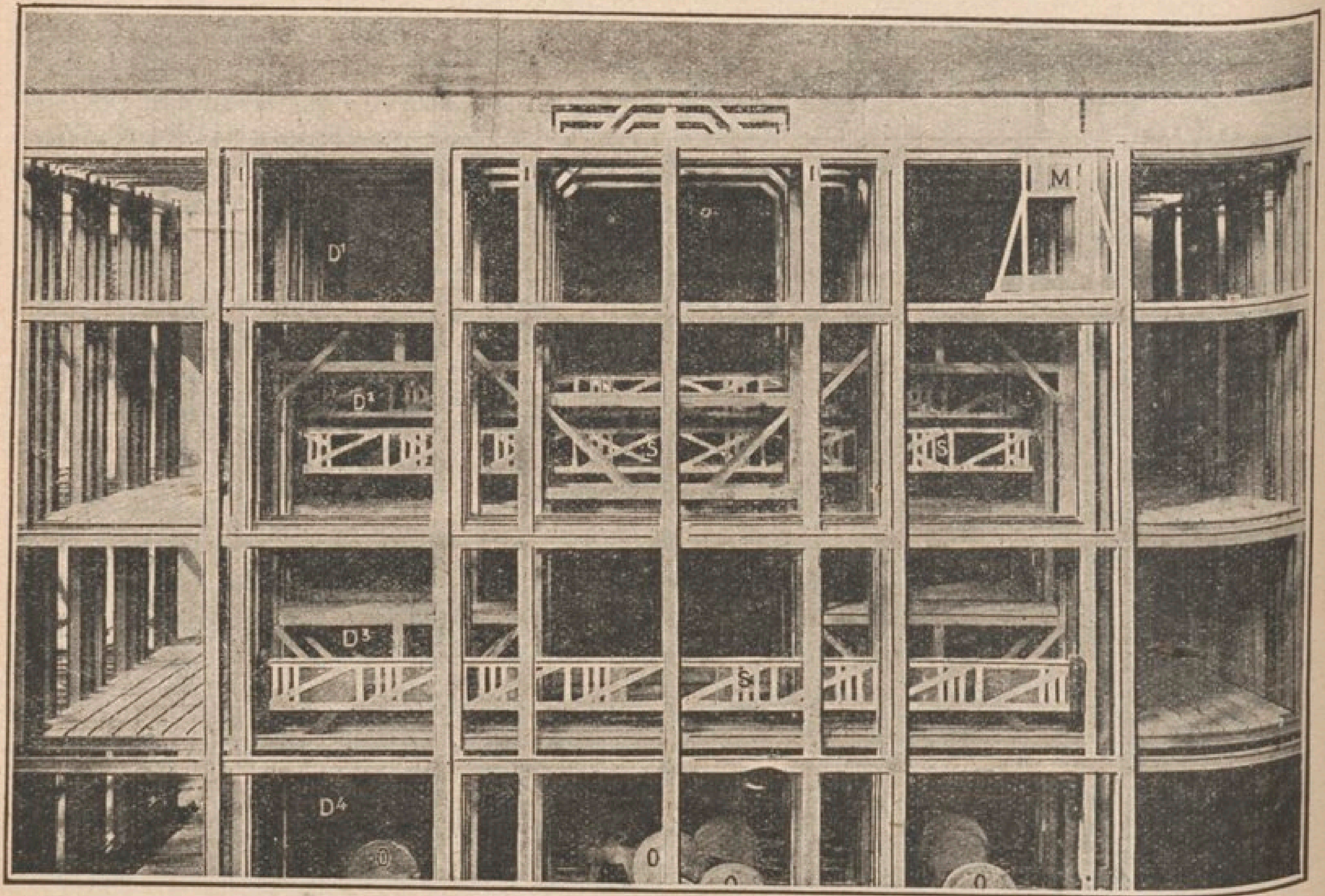
B B B, *cadre représentant la baie de la scène que ferme le rideau;* T, *plancher mobile, trappes;* K, *costières;* H, *mât mobile;* P P, *portes de dégagement;* E E, *escaliers de dégagement;* F, *fond de la scène, lointain.*

les accès et les dégagements sont trop exigus et mal compris ; l'aération en est souvent pitoyable et fait des salles de spectacle de véritables établissements insalubres infiniment plus redoutables pour la santé de ceux qui y séjournent que nombre d'ateliers ou d'usines pour lesquels l'administration, avec juste raison, exige des améliorations destinées à sauvegarder l'hygiène de tous.

Pour bien juger les progrès qui ont été réalisés, pour se rendre compte de ceux qui peuvent être encore accomplis, pour comprendre les projets établis par certains maîtres de la décoration et de la machinerie théâtrale, le mieux est de décrire ce qu'est une de nos scènes françaises où n'ont encore pénétré que timidement les procédés nouveaux et les agencements modernes.

Le plancher de la scène part de la baie et va jusqu'au mur du fond. En avant de la baie et s'avançant dans la salle jusqu'à l'orchestre, le plancher porte le nom de *proscenium* tout comme au temps des Romains et des Grecs. Tout le plancher, en arrière du rideau, est machiné ; il est divisé, dans le sens de la largeur, en bandes égales et séparées les unes des autres par des rails de fer ou *costières*, laissant entre elles un espace vide de quelques centimètres. Ces bandes, larges de 1 m. 15 environ, constituent ce qu'on appelle les *plans* et sont découpées en un certain nombre de rectangles indépendants et mobiles que l'on nomme *trappes*. Il s'ensuit que le plancher, sauf dans les parties latérales, peut se démonter entièrement et laisser à jour l'étage inférieur ou *premier dessous*. C'est dans ce premier dessous que sont machinés les trucs servant aux apparitions ; à cet effet, une portion de plancher est équipée entre quatre montants rigides, le long desquels un contrepoids la fera s'élever dès que le câble qui la maintient lui rendra sa liberté. (Figure à la page 474).

L'artiste qui doit être envoyé rapidement en scène par cette voie, s'installe sur ce plancher mobile et, au moment voulu, le machiniste, après avoir fait glisser la partie correspondante du plancher au-dessus, lâche le câble, — au théâtre on dit le *fil*, — qui retient le contrepoids ; celui-ci, par sa

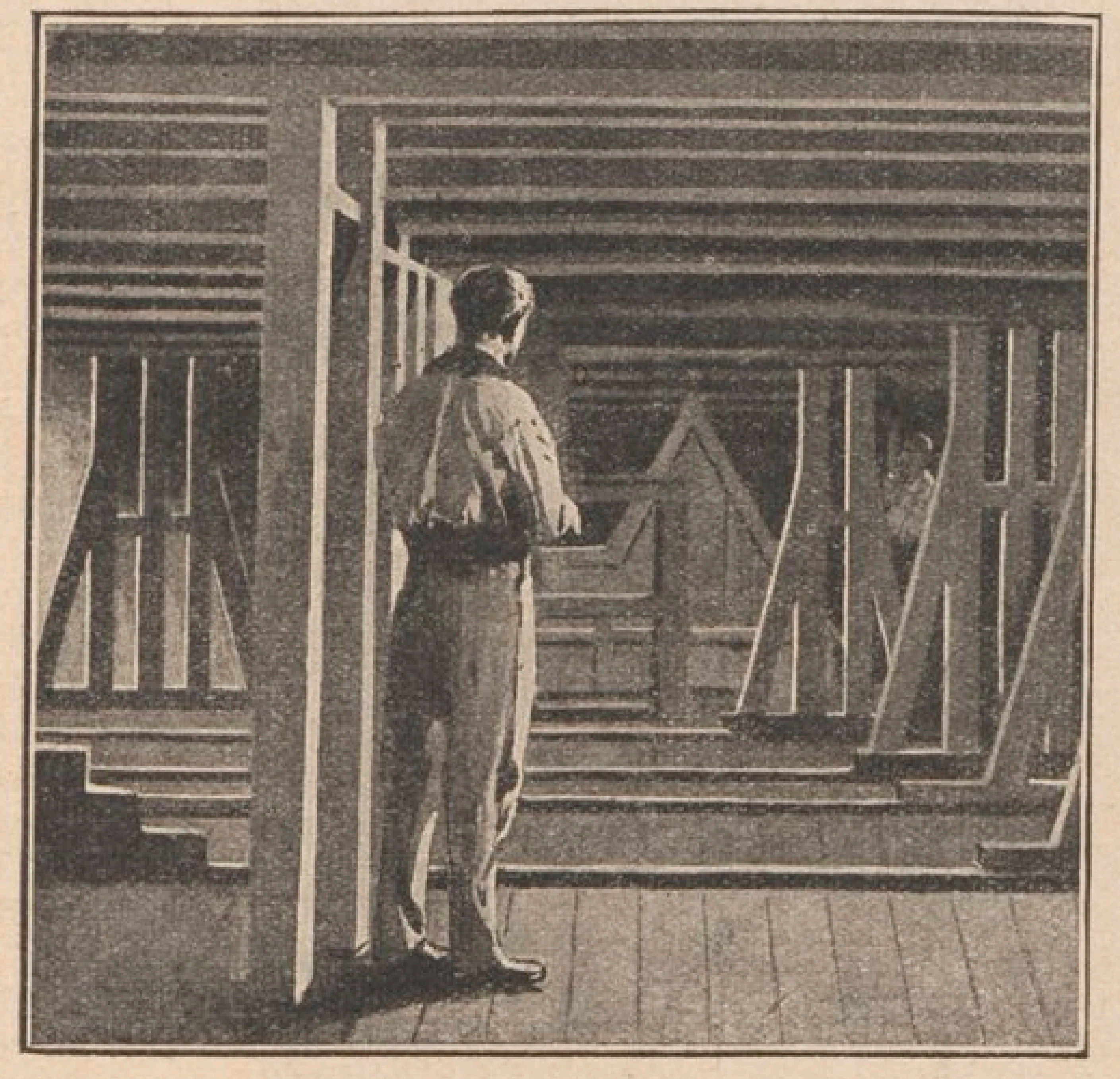


DISPOSITION GÉNÉRALE DES DESSOUS D'UN THÉATRE ET LEUR MACHINERIE

D^1 D^2 D^3 D^4, *premier, deuxième, troisième et quatrième dessous;* S S S, *planchers mobiles pouvant être déplacés et portés à des hauteurs variables;* O O O, *dynamos commandant électriquement toutes les manœuvres;* M, *bâti sur rail servant d'emplanture aux mâts de la scène.*

chute, enlève le personnage qui apparaît aussitôt en scène. Point n'est besoin de dire que le contrepoids doit être réglé d'après le personnage à enlever, faute de quoi celui-ci pourrait être projeté plus haut que le rôle ne le demande, comme cela arriva une fois au directeur de l'Opéra, Gailhard, qui, à cette époque, jouait le rôle de Méphistophélès, de *Faust*. Si, au contraire, il s'agit de faire disparaître un personnage ou un meuble quelconque, la manœuvre inverse se produit ; le faux plancher s'enfonce et la trappe que l'on avait fait glisser pour lui céder sa place, est ramenée à sa position primitive, bouchant exactement le trou.

Pendant que nous sommes sous le plancher de la scène, terminons-en avec les dessous. Dans les grands théâtres, on compte généralement quatre étages de dessous représentant ensemble un vaste puits d'une profondeur de 12 mètres environ. Cette profondeur est prévue pour pouvoir, en cas de besoin, faire disparaître dans le sous-sol un décor entier dont la hauteur, comme nous le verrons plus loin, peut atteindre 11 et 12 mètres. Des treuils, des tambours, des poulies et des kilomètres de *fils*, disposés aux endroits voulus, permettent de manœuvrer toutes les pièces de cet immense vaisseau de bois et de charpente. Le premier dessous, réservé particulièrement aux trappes, est utilisé aussi pour la plantation des décors. Correspondant aux *costières* du plancher de la scène, courent, sur le plancher de ce premier dessous, des rails de fer ; dans la costière, on engage les mâts mobiles sur lesquels sont accrochés les décors formant coulisse ; les pieds de ces mâts viennent s'engager dans un bâti monté sur roues, lesquelles roues reposent sur les rails, de telle sorte qu'il suffit de pousser ce bâti et le mât qu'il supporte dans un sens ou dans l'autre pour élargir ou rétrécir la scène. Mâts et costières serviront également à équiper et mettre en place des fragments de décors : arbre, rocher, colline, maison. Quand les costières ne sont pas utilisées, on en comble le vide avec des languettes de bois.

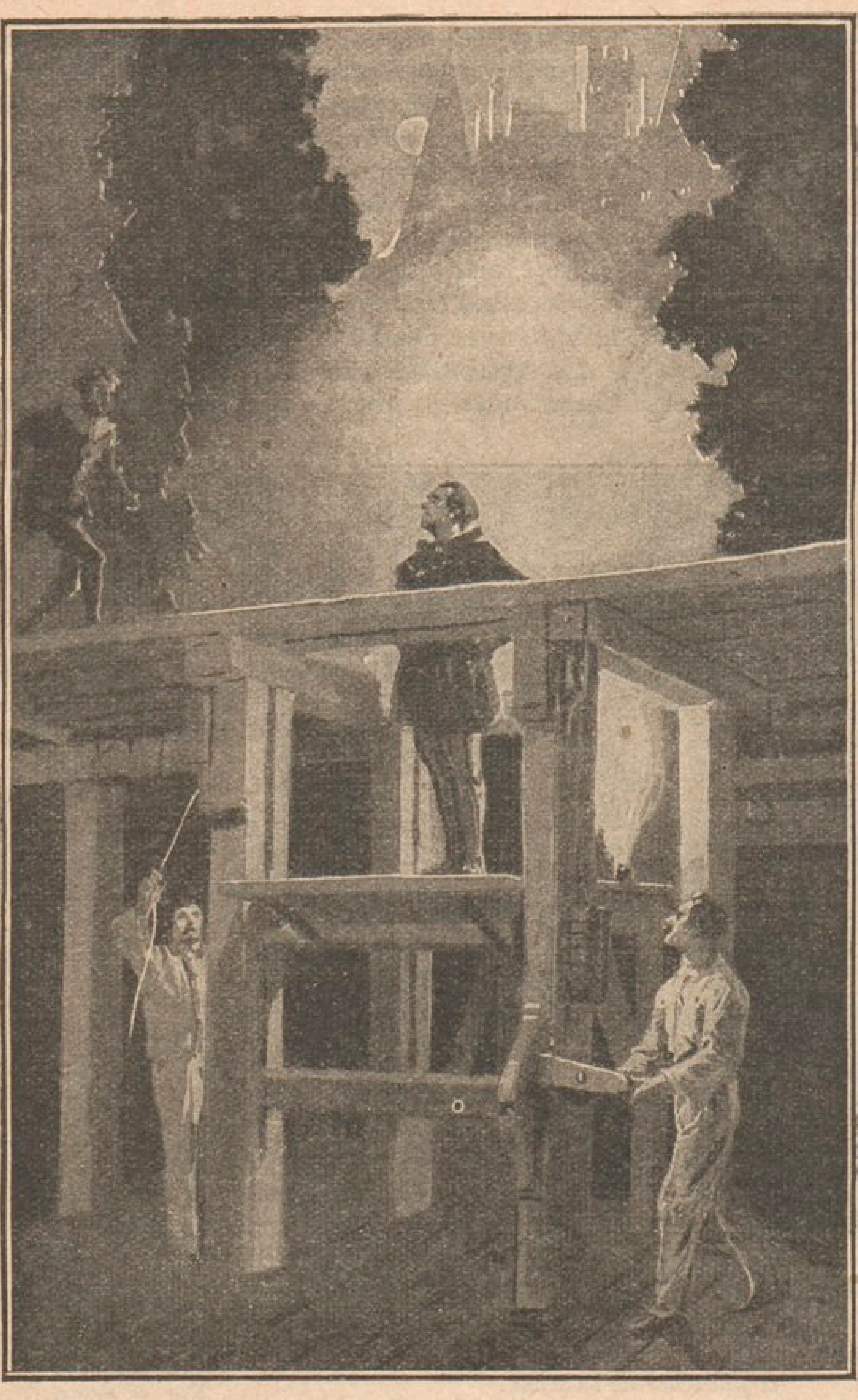


VUE PRISE DANS LE PREMIER DESSOUS

On distingue les emplantures des mâts à décors, engagées sur les rails qui traversent tout le plancher inférieur; en haut, c'est le plancher de la scène.

Le vocabulaire théâtral comporte de nombreux mots qui, bien que français, ne disent pas ce que l'on a coutume de leur faire désigner. C'est ainsi que le côté droit s'appelle *cour* et le côté gauche, *jardin*, que la partie avancée de la scène est la *face* et le fond le *lointain*. *Appuyer* et *charger* sont les deux expressions qui correspondent à la manœuvre consistant à monter ou descendre un décor. Cette manœuvre s'opère à l'aide de treuils et de tambours situés dans les cintres, de chaque côté de la scène. Un escalier y conduit ; mais les machinistes y accèdent le plus souvent par des échelles verticales fixées au mur même, grâce auxquelles ils peuvent monter à toutes les hauteurs voulues suivant la disposition du décor qu'ils ont à manœuvrer.

Le cintre se prolonge de chaque côté de la scène sur toute sa profondeur, de la face au lointain. C'est, en quelque sorte, un balcon suspendu à une douzaine de mètres de hauteur. Là, sur une série de fiches en bois clouées obliquement sur une poutre horizontale viennent s'amarrer les fils et les commandes des tambours ; à ces fiches s'amarre tout ce qui est suspendu au-dessus de la scène, tout ce qui doit monter ou descendre, être chargé ou appuyé. Là aussi,



LE FONCTIONNEMENT D'UNE TRAPPE

Un contrepoids déclenché au moment voulu provoque l'ascension du plateau sur lequel se trouve le personnage, qui va apparaître sur la scène au milieu des feux de Bengale et des flammes de lycopode.

de temps, on les relie à l'aide de ponts volants composés de longues planches soutenues de deux mètres en deux mètres par des étriers en fer, suspendus eux-mêmes au *gril.* Une corde tendue horizontalement, à hauteur convenable, sert de main courante le long de cette passerelle légère qui, sous le poids du machiniste qui la parcourt en courant, plie et rebondit comme un tremplin. Il y a trois ponts par plan dans les grands théâtres ; un ou deux suffisent dans les petites scènes.

Au-dessus des cintres sont les tambours et les treuils que l'on actionne d'en bas à l'aide de commandes. Plus haut encore, le *gril,* sans aucun doute ainsi nommé parce que toutes les chaleurs de la scène et de la salle s'y donnent rendez-vous et que l'on y cuit, au propre et au figuré. Ce sont des poutres, disposées horizontalement et parallèlement, de face au lointain, et qui servent de support aux poulies de rappel où passent les innombrables fils qui soutiennent les décors.

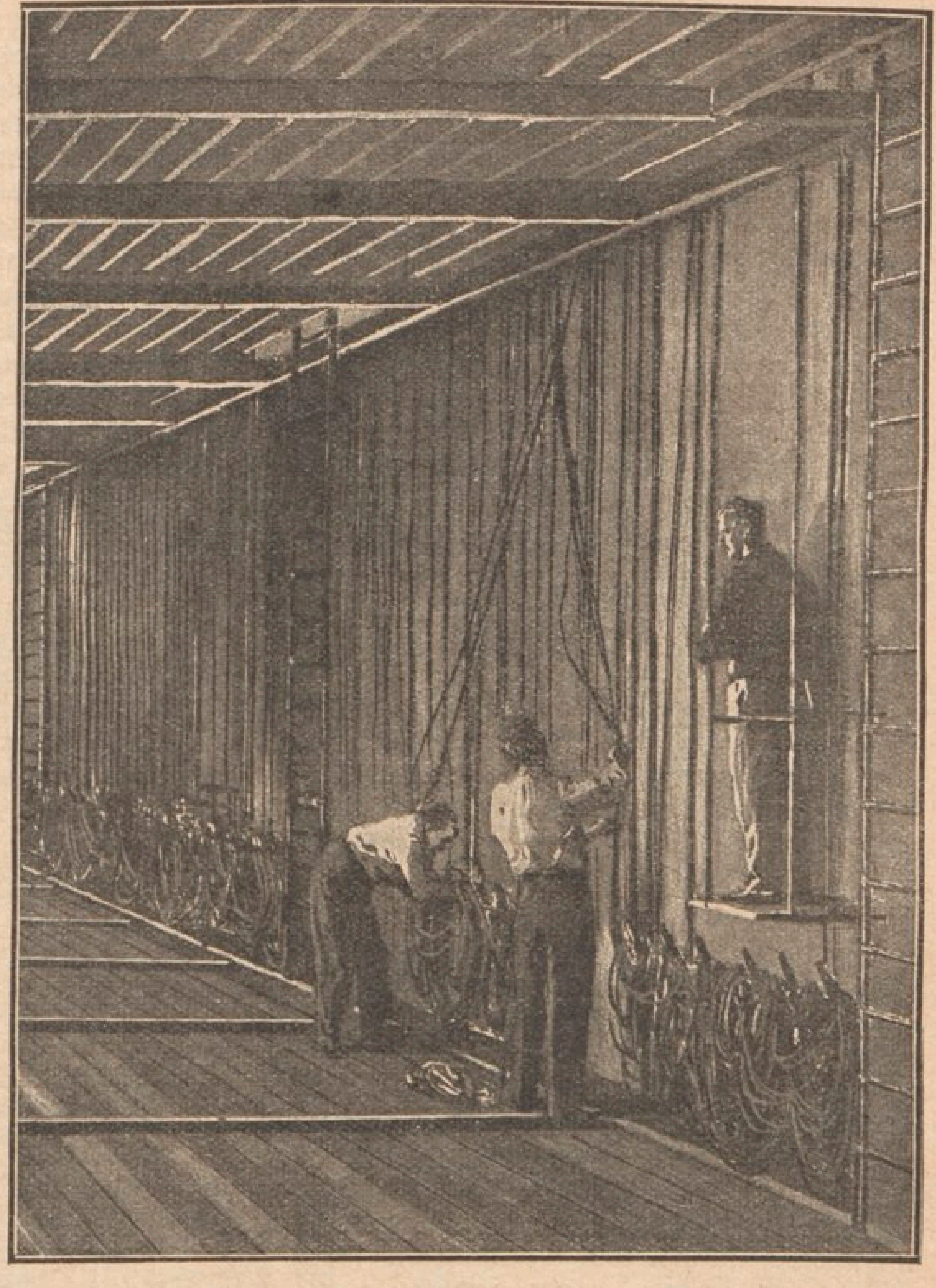
Pour la manœuvre d'une toile de fond, on se sert d'un tambour sur lequel sont équipés cinq fils ; les autres extrémités de ces fils sont fixées, à des distances égales, en cinq points de la perche qui porte la toile et passent dans des poulies fixées aux solives du gril perpendiculairement aux points d'attache. A l'aide d'une commande on actionne le tambour qui, tournant autour de son axe, enroule les cinq fils et enlève le décor dans les frises.

Il est certains cas où le personnage doit être vu en arrière du décor, à une certaine hauteur de celui-ci, comme, par exemple, à une fenêtre ou en haut d'un escalier ou d'un sentier par où il descend en scène. On emploie alors un *praticable,* c'est-à-dire un échafaudage qui se dispose derrière et contre le décor, à la hauteur voulue et où le per-

sont enroulés les câbles plus forts, soutenant les contrepoids qui descendent dans des *cheminées* pratiquées dans la muraille ; ces contrepoids sont composés de rondelles de fonte percées d'un trou et enfilées autour d'une tige centrale, de façon à pouvoir, sans les déplacer, en varier la pesanteur suivant qu'on en augmente ou qu'on en diminue la quantité. Il y a ainsi deux cintres semblables, l'un côté cour, l'autre côté jardin. Pour se rendre de l'un à l'autre, sans redescendre sur la scène, ce qui occasionnerait une perte

sonnage accède par un escalier placé dans la coulisse. La sentinelle que l'on voit monter la garde derrière les créneaux de la forteresse, exécute son va-et-vient sur un praticable ; c'est également à l'aide de praticables que s'équipe la chevauchée des Walkyries.

Le rôle du décor, qui est de donner l'illusion, ne s'arrête pas là. Sous le nom de *découvertes*, de *frises*, de *plafonds*, il va la compléter. Si le théâtre représente un salon donnant au fond, par une porte, sur un vestibule ou sur un jardin ; si ce salon a, sur le côté, une fenêtre ouvrant sur la campagne, il ne faut pas qu'en ouvrant la porte ou la fenêtre, on puisse voir l'intérieur des coulisses, mais un vestibule, un jardin ou la campagne. Pour cela, en arrière de ces ouvertures, on place une portion de décor représentant le fond demandé ; c'est ce qu'on appelle une découverte.

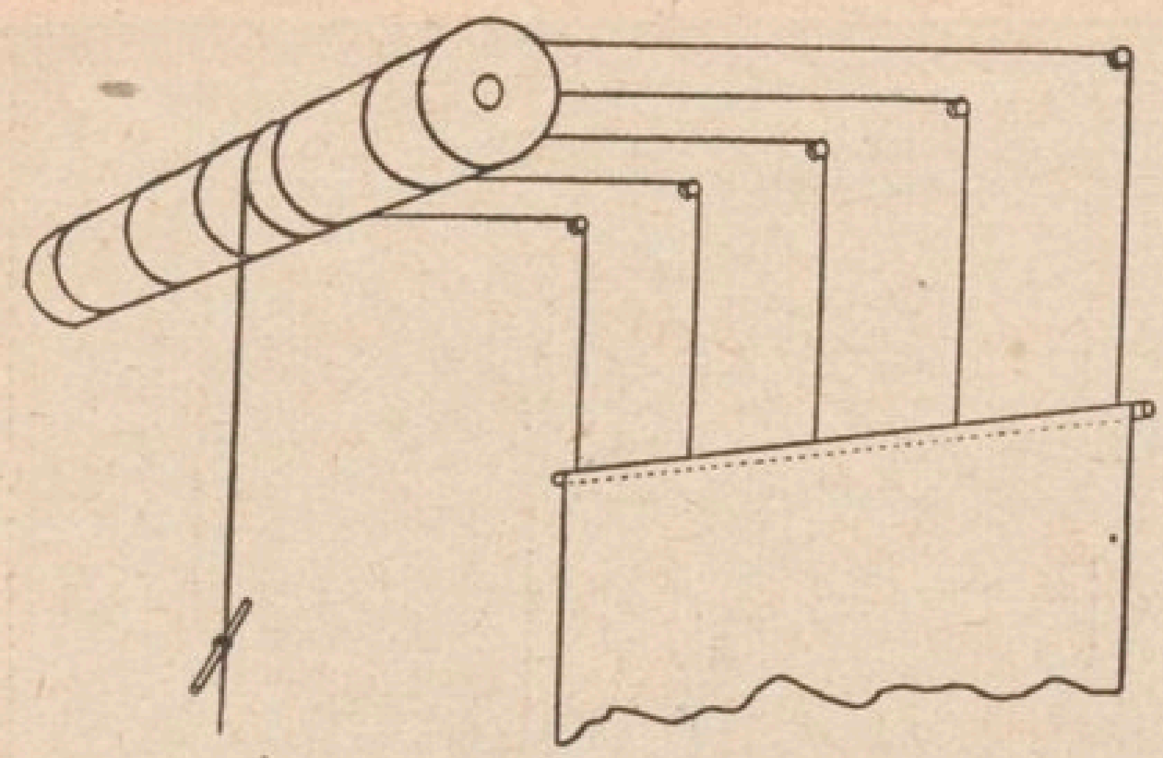


DANS LE CINTRE D'UN GRAND THÉATRE PARISIEN

C'est là que viennent aboutir tous les fils de manœuvre et que passent les échelles qui permettent aux machinistes de gagner les différents étages.

D'autre part, il ne faut pas que le spectateur placé aux premiers rangs de l'orchestre et qui regarde de bas en haut, puisse voir ce qui se passe au-dessus des décors jusqu'au cintre. Pour limiter son regard, on descend des *frises*, de feuillage si on est en forêt, ou de ciel en cas de plein air, assez rapprochées les unes des autres pour que le regard rencontre toujours une de ces frises devant lui. Le *plafond* joue le même rôle pour les intérieurs. Il est descendu du cintre plié en deux ; arrivé au-dessus du décor, on l'ouvre en lâchant les fils du milieu et on le pose à même le décor. En avant de tout, à la face, une frise, peinte dans le style du rideau, vient cacher le départ du plafond.

Tels sont, succinctement résumés, les principaux dispositifs que comporte la machinerie théâtrale. Depuis des siècles, ils ont aidé à distraire de nombreuses générations, mais ce n'est pas une raison pour qu'ils soient à l'abri de toute critique ; on ne les leur a pas ménagées, d'ailleurs. Que leur reproche-t-on? D'être surtout d'un maniement difficile, de nécessiter un personnel nombreux, d'autant plus nombreux que la mise en scène a pris et prend encore de plus en plus un développement important ; de ne pas utiliser les ressources que les découvertes de la science et de la mécanique mettent à la disposition des ingénieurs. Le critique va plus loin encore et s'attaque à l'ensemble du théâtre lui-même dont les aménagements ne répondent plus aux exigences nouvelles. De nombreux et intéressants essais ont pourtant été faits pour augmenter la rapidité des changements



ÉQUIPEMENT D'UNE TOILE DE FOND

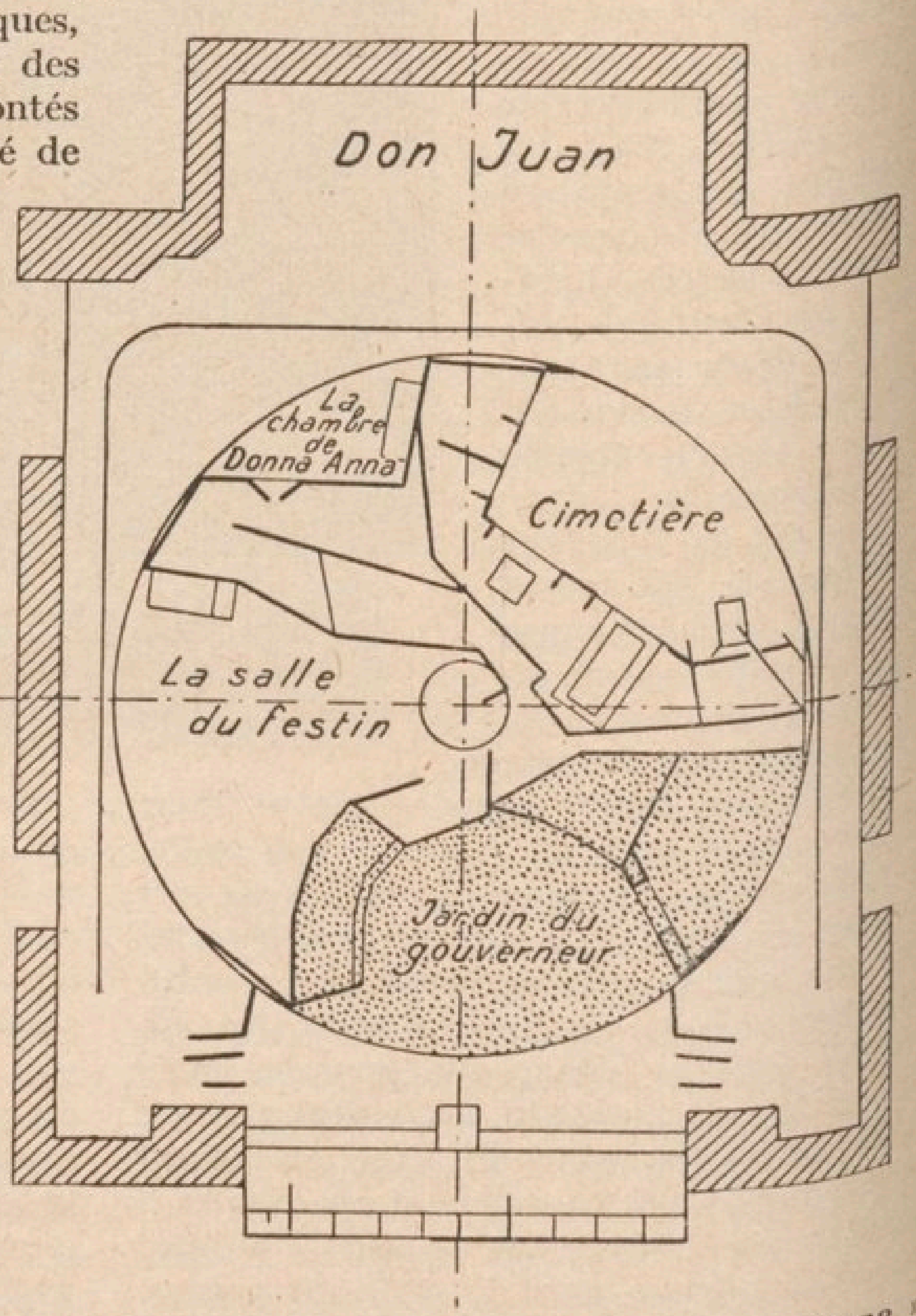
La perche sur laquelle est fixée la toile est supportée par cinq fils s'enroulant sur un tambour. Un sixième fil, descendant jusqu'au cintre où on l'amarre et d'où on le manœuvre, actionne ce tambour qui, suivant le sens dans lequel il tourne, monte ou descend la toile.

de décors et pour diminuer, par conséquent, la durée des entr'actes. Les Romains, eux-mêmes, nous dit M. Gosset, dans son Traité de la construction des théâtres, avaient imaginé des décors symboliques, suivant l'action, qui s'appliquaient sur des prismes droits à base triangulaire, montés sur pivots et distribués de chaque côté de la scène à la façon de nos décors de coulisses ; on les faisait tourner pour qu'ils présentent au public la face sur laquelle était appliquée le genre de décoration exigé par la pièce et lui indiquent le lieu de la scène. Ces décors présentaient : pour la tragédie, des colonnades et des statues ; pour la comédie, un intérieur d'habitation comme un atrium ou une entrée ; pour la satire, de la verdure, des rochers ou des paysages quelconques.

De nos jours, on a également essayé des décors truqués, pouvant présenter, sans avoir à les déplacer, deux aspects différents. Les portants, formant coulisse, s'ouvraient en trois volets comme un livre ; le volet du milieu, venant s'appliquer à volonté sur l'un ou sur l'autre, s'accordait, par chacune de ses faces, avec la face correspondante des autres volets : *A* et le recto de *B* représentant un intérieur ; *C* et le verso de *B* représentant un paysage. A l'aide de quelques fils maniés de l'intérieur de la coulisse, on manœuvrait le volet du milieu *B* et on l'appliquait sur *A* ou sur *C*. Quant à la toile de fond, au moyen d'un tambour, on la chargeait et on la remplaçait rapidement par la toile voulue, tout équipée à l'avance.

On a essayé également des décors en forme de persiennes, composés de lames, peintes des deux côtés et pouvant pivoter autour d'un axe horizontal. Relevées et appliquées contre le décor qui les porte, elles représentaient un sujet ; rabaissées, elles en représentaient un autre.

En Angleterre, dans certains théâtres de Londres, on a employé le système du double plancher qui permet de réduire la durée de l'entr'acte à sa plus simple expression, c'est-à-dire le temps de baisser le rideau et de le relever. Pendant qu'un acte se déroule devant le public, les machinistes installent le décor de l'acte suivant sur un plancher placé immédiatement au-dessous de celui qui est en scène. L'acte fini, on baisse le rideau ; aussitôt, à l'aide d'une machinerie mue hydrauliquement, on enlève en même temps les deux planchers ; celui de dessous vient prendre place en scène, et sur l'autre, monté maintenant dans les frises,



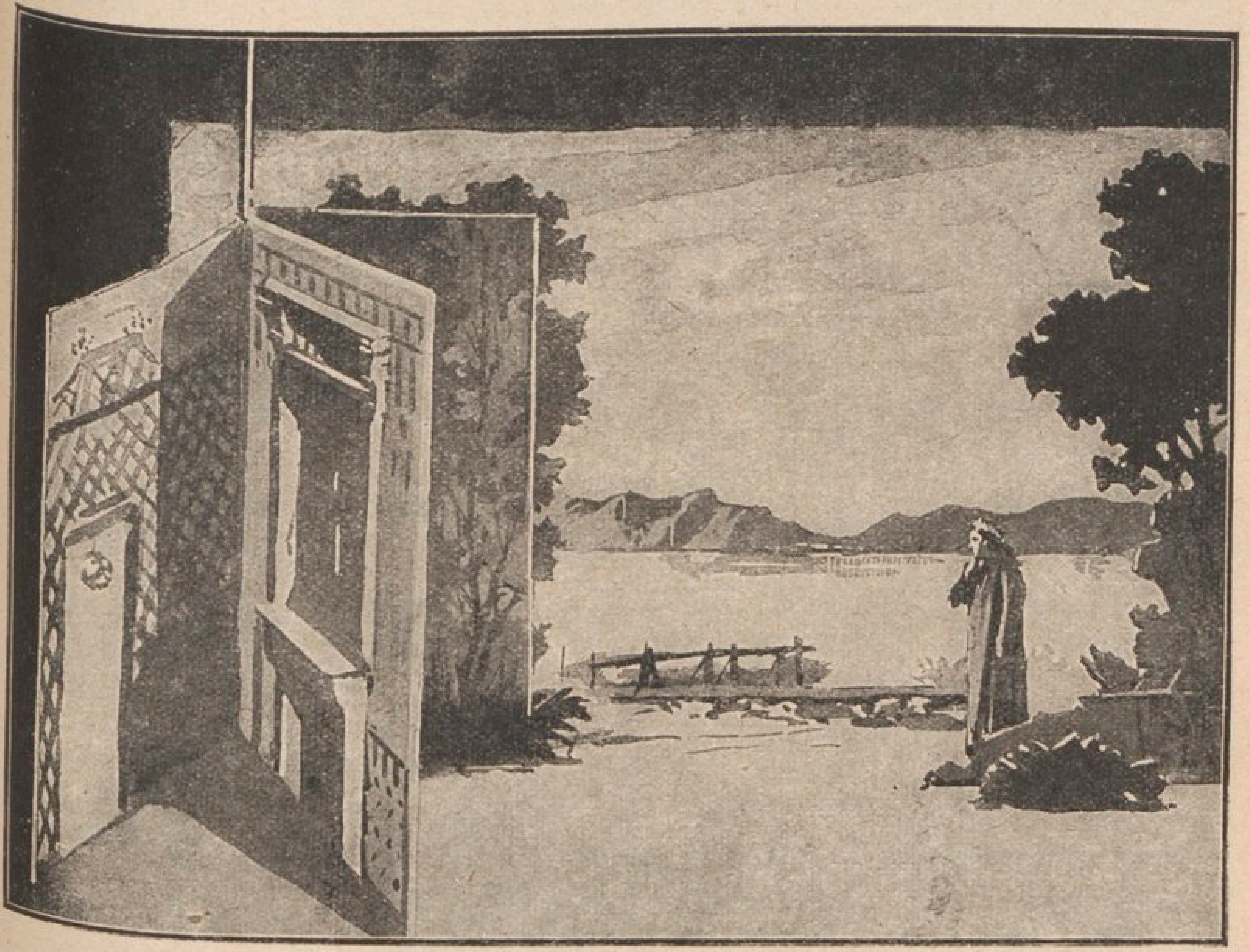
LA SCÈNE TOURNANTE DU « RESIDENZ-THEATER », LE PLUS BEAU THÉATRE DE MUNICH

Pivotant autour d'un point central, comme les plaques tournantes des chemins de fer, la scène présente successivement au public les quatre décors d'une même pièce.

on mettra en place, pendant que le spectacle continue sans interruption, le décor suivant, qui viendra remplacer à son tour, le précédent. Mais ce système exige des installations spéciales et coûteuses.

Dans cet ordre d'idée, il nous faut citer la scène mobile du Burgtheater de Vienne et la scène tournante de Munich. Voici comment M. Albert Carré les a décrites à la suite de l'enquête à laquelle il s'est livré sur les théâtres en Allemagne et en Autriche : « Au Burgtheater, pour abréger les entr'actes, on a imaginé de diviser le plancher de la scène, dans le sens de sa profondeur, en deux plateaux de 11 m. 50 sur 8 mètres. Ces deux plateaux, placés sur des pistons hydrauliques, s'enfoncent à volonté jusque dans les dessous, entraînant avec eux, décors, meubles et accessoires. Un troisième plateau de même dimension, manœuvré à la main, glisse au niveau de la scène et vient remplacer le plateau disparu. Trois décors peuvent ainsi être préparés à la fois et se succéder presque sans interruption.

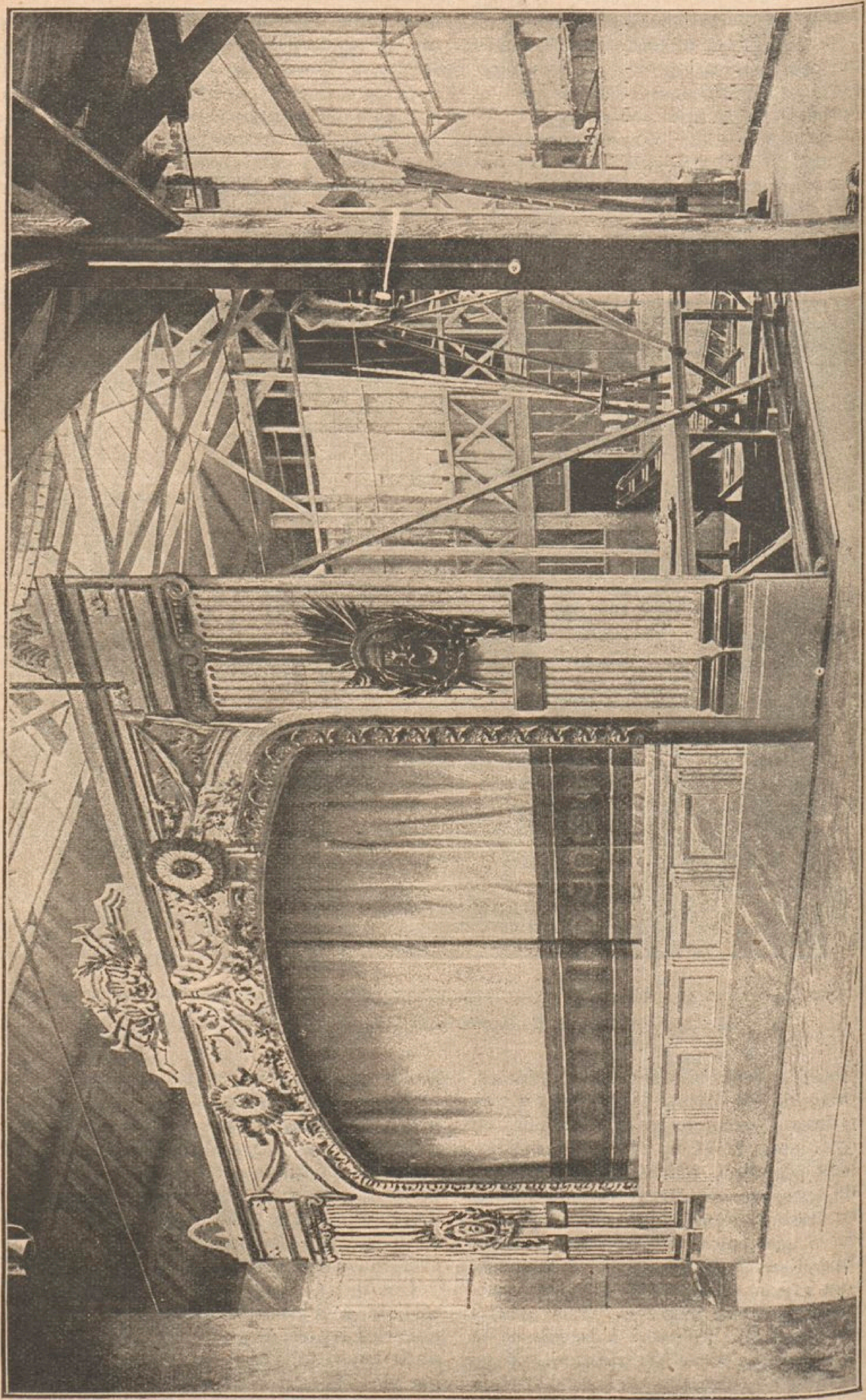
« A Munich, le directeur de la scène royale a imaginé un autre système, non moins ingénieux, pour arriver à représenter au Résidenz Theater le *Don Juan* de Mozart avec un seul entr'acte. Il a couvert la scène d'une plaque tournante de 16 mètres de diamètre, glissant sur une roue centrale et sur deux rails excentriques et manœuvrée par un petit moteur électrique disposé dans les dessous ; puis, il a combiné les diverses décorations de l'ouvrage, de façon à pouvoir les préparer les unes derrière les autres et à n'avoir plus qu'à les faire apparaître aux yeux du public à l'aide de sa plaque tournante. Le changement se fait sans baisser le rideau, chaque décoration comportant son appareil d'éclairage et les frises se remplaçant à la main, tandis qu'un manteau d'arlequin mobile ferme à droite et à gauche la découverte du premier plan. Cette installation a coûté 15.000 francs. »



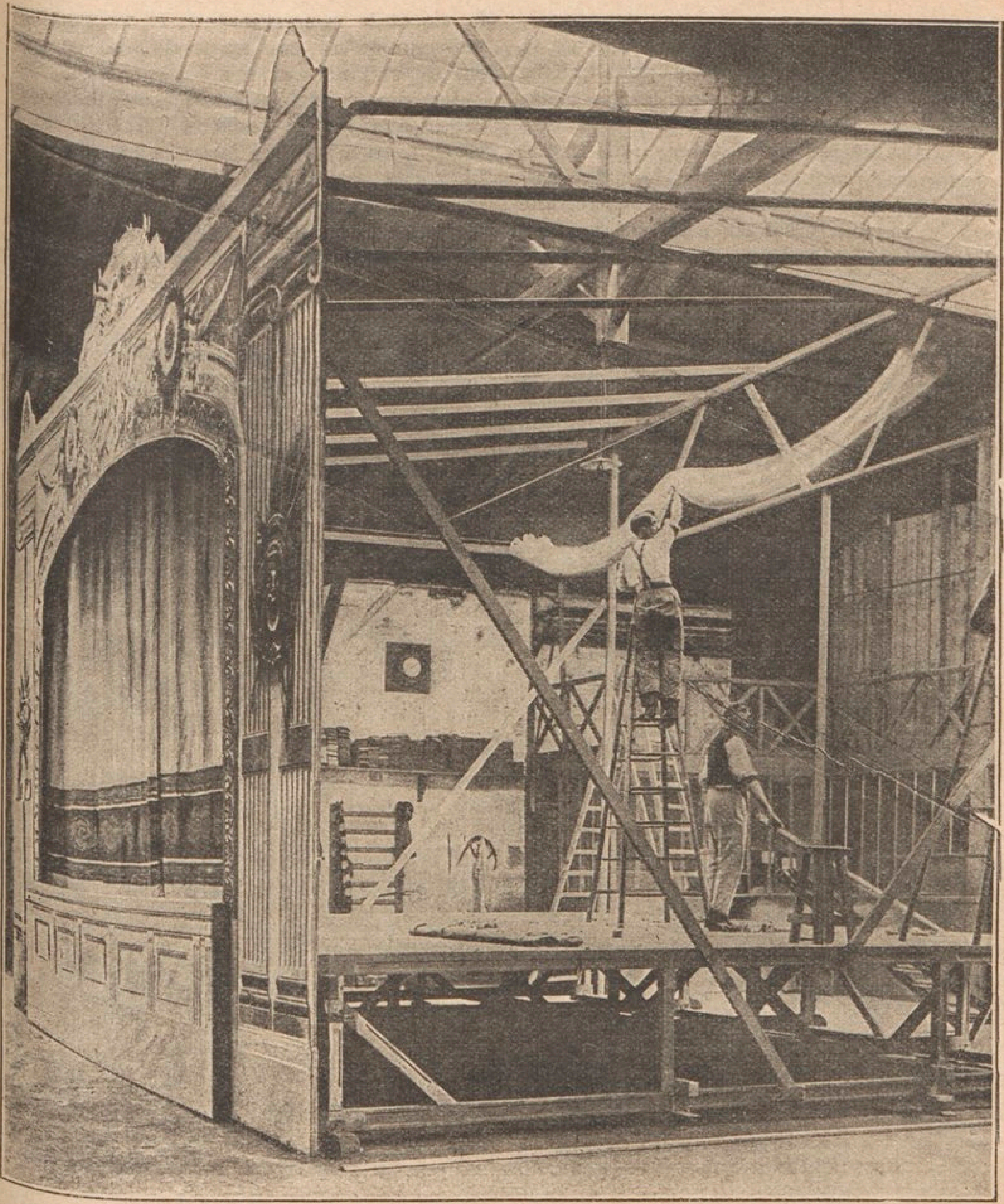
PORTANTS A VOLETS PERMETTANT D'ÉQUIPER DEUX DÉCORS A CHANGEMENT INSTANTANNÉ

Il suffit d'appliquer le volant du milieu sur l'une ou l'autre face du tryptique.

Une installation a peu près similaire a été réalisée à Paris, au théâtre des Variétés, pour les représentations du *Nouveau Jeu*, de M. Henri Lavedan. Elle permettait d'équiper en même temps deux décors.



ON CONSTRUIT AUJOURD'HUI DES SCÈNES DÉMONTABLES QUE DEUX OUVRIERS SPÉCIALISTES PEUVENT METTRE EN PLACE EN QUELQUES HEURES

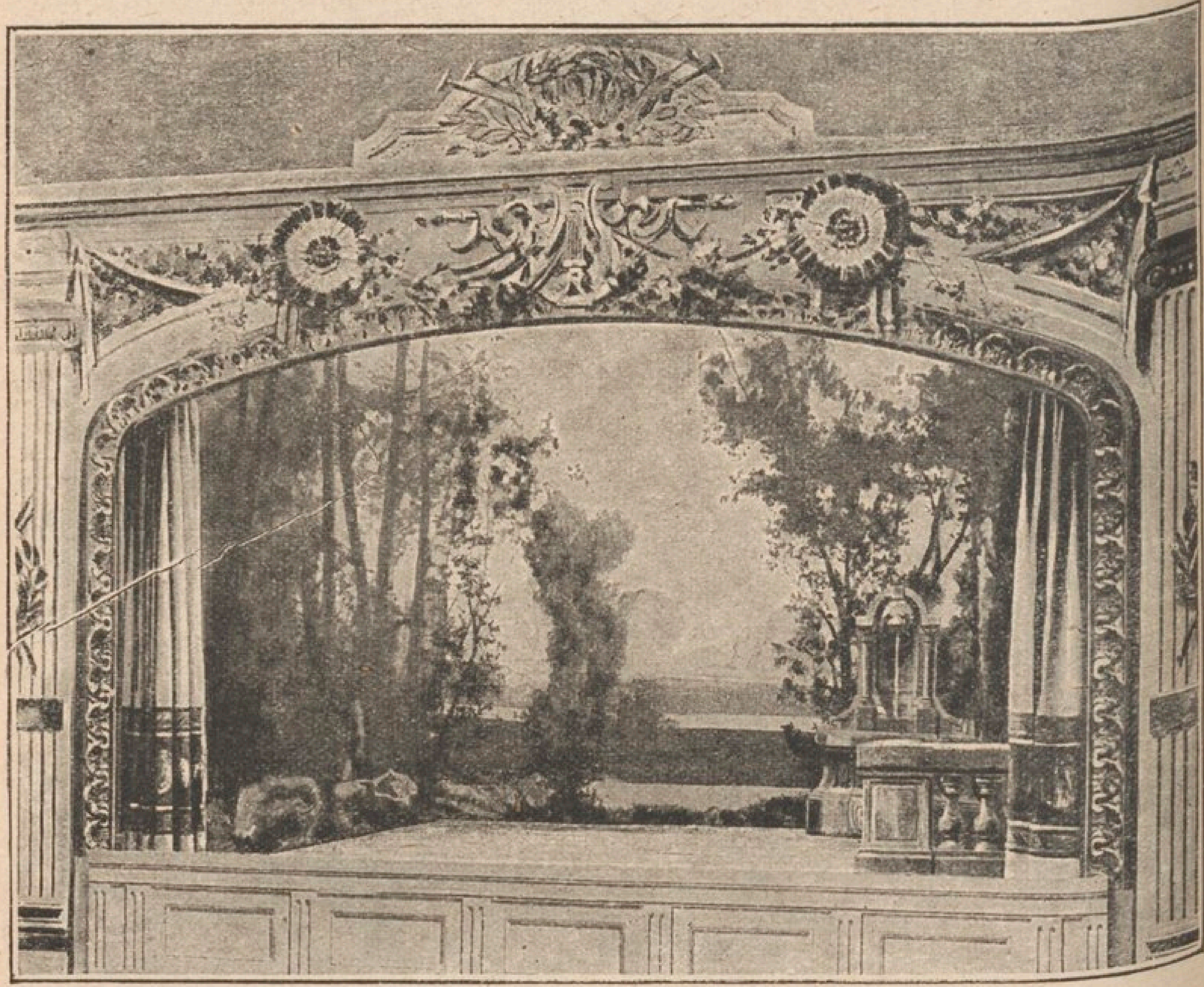


LA FAÇADE DE LA SCÈNE DÉMONTABLE EST DRESSÉE, LES MACHINISTES SONT MAINTENANT OCCUPÉS A PLACER LES FRISES ET A DISPOSER LE PLAFOND

L'emploi de la force hydraulique, qui facilite les manœuvres importantes que nous venons de décrire, dans les théâtres allemands, mais que chez nous on ignore encore, a cet immense avantage de réduire considérablement le nombre des machinistes. Là où l'Opéra de Paris demande près de cent hommes, le théâtre de Wiesbaden n'en emploie que vingt-cinq. Cette force si puissante et si maniable actionne encore les rideaux de fer, les ascenseurs, les monte-charges et même la plateforme de l'orchestre que l'on abaisse de trois mètres, pendant l'exécution des opéras de Wagner. Toutes ces améliorations, tous ces progrès réalisés, dont l'absence dans nos théâtres met ceux-ci dans un état d'infériorité notoire, sont toutefois à l'ordre du jour et nous devons nous

attendre, dans un avenir assez rapproché, à une rénovation de l'architecture et de la machinerie théâtrales. Un de nos maîtres décorateurs, M. Bailly, s'est attelé à la question et, dans l'atelier qu'il a monté avec MM. Niepce et Fetterer, nous avons pu voir une maquette au dixième d'exécution représentant une scène de théâtre telle qu'il la conçoit. C'est cette maquette, dont une moitié des dessous est déjà mise en la vie et le mouvement dans cet immense vaisseau qu'est une scène de théâtre avec ses dépendances et ses dégagements.

Les dimensions réelles de cette salle sont celles d'un grand théâtre. La baie de la scène a 10 mètres de large et 11 mètres de haut ; la profondeur est de 19 mètres non comprise l'arrière-scène. La largeur totale de la scène est de 26 mètres, ce qui donne 8 mètres de dégagement de chaque côté du



UNE SCÈNE DÉMONTABLE AVEC SON DÉCOR, LE DOUBLE RIDEAU OUVERT

place, que nous avons photographiée ; elle permet de voir, comme dans un livre ouvert, ce qui, dans une construction théâtrale, ne reçoit jamais la lumière du jour. On peut se rendre compte ainsi de la manœuvre des mâts courant dans les costières, des planchers mobiles qui se déplacent par fragments ou en entier, montant d'un étage ou de deux, s'effondrant de même ; on y voit, dans le plus profond dessous, les puissantes dynamos — car ici, toute la puissance est demandée à la fée Electricité, — qui actionneront treuils et tambours et apporteront

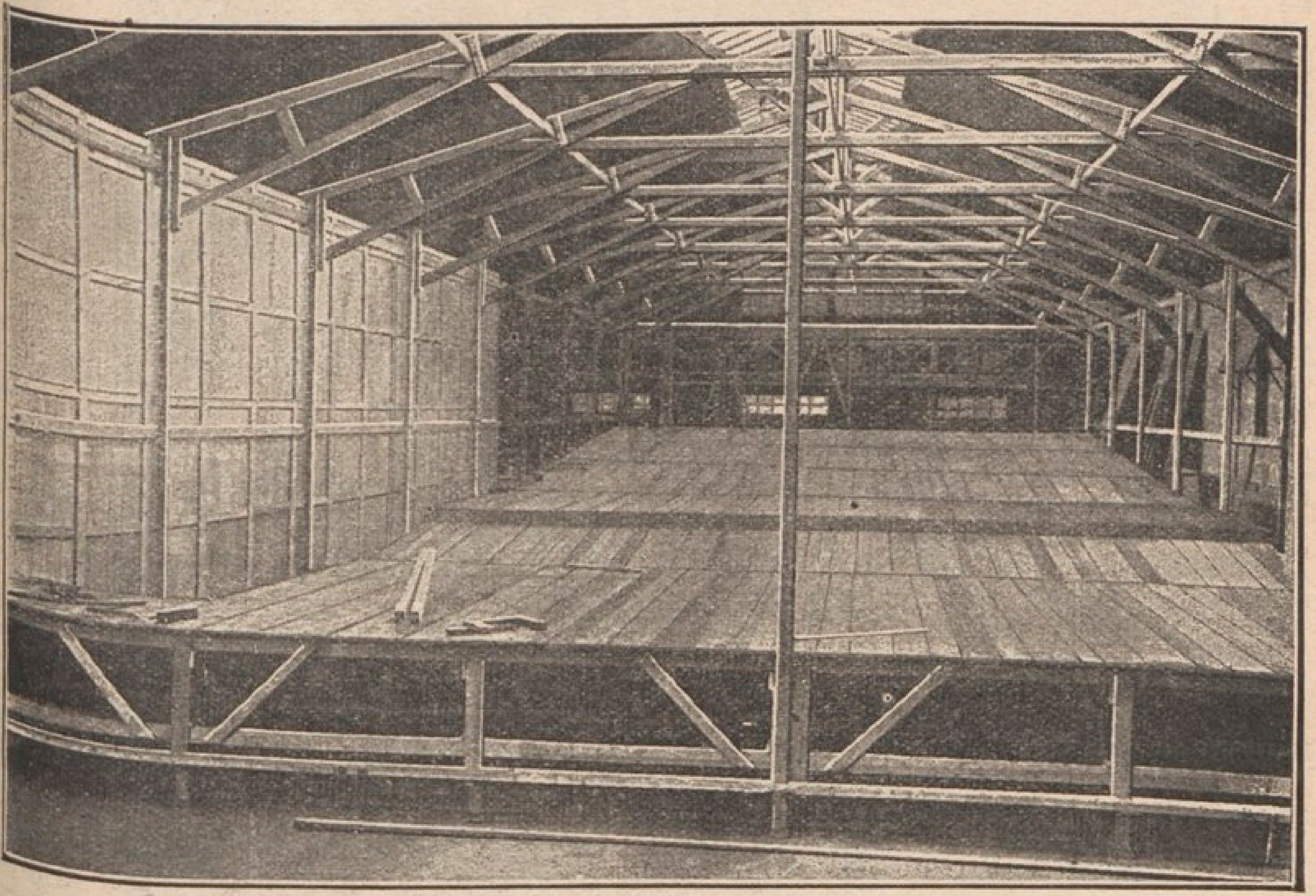
rideau, espace plus que suffisant pour le logement et la manœuvre d'un matériel de décors important. La hauteur, au-dessus du plancher de la scène, est de 22 mètres et la profondeur des dessous, au nombre de quatre, de 12 mètres, ce qui donne une hauteur totale de 34 mètres. Pour la manœuvre des décors, on compte, dans le cintre, 420 poulies et 72 poulies à six gorges pour 72 équipes ; autant dans les dessous. En arrière de la scène, sont les escaliers de dégagement pour le personnel, les loges d'artistes, les foyers, l'administration, les

magasins d'accessoires, de costumes, un atelier de réparations de décors. Tous ces détails d'organisation, que le public ignore car il ne voit et ne connaît que ce qui est en avant du décor, ont une importance de plus en plus grande qui croît avec les exigences de la mise en scène. Les décors de *Don Juan*, sous la direction Carvalho, tenaient dans trois chariots ; le matériel de cette même pièce, aujourd'hui, sous la direction Carré, en demande dix.

Il faut donc que le théâtre soit complété par un magasin de décors vaste et voisin, afin que la manutention y soit facile et que le transport soit rapide. A Dresde, théâtre et magasin sont reliés par un petit chemin de fer à voie étroite. A Wiesbaden, les décors arrivent dans des wagonnets spéciaux et sont montés en ascenseur jusqu'à l'atelier du peintre décorateur, au-dessus de la scène.

On voudrait voir mieux groupés les divers corps de métier qui travaillent à la mise en scène d'une pièce : la menuiserie, la couture, la serrurerie, la peinture. Le costume devrait sortir également de l'atelier du décorateur ; la cohésion artistique y gagnerait énormément, les taches colorées que doivent être les costumes jouant avec leur maximum d'effet sur le fond du décor.

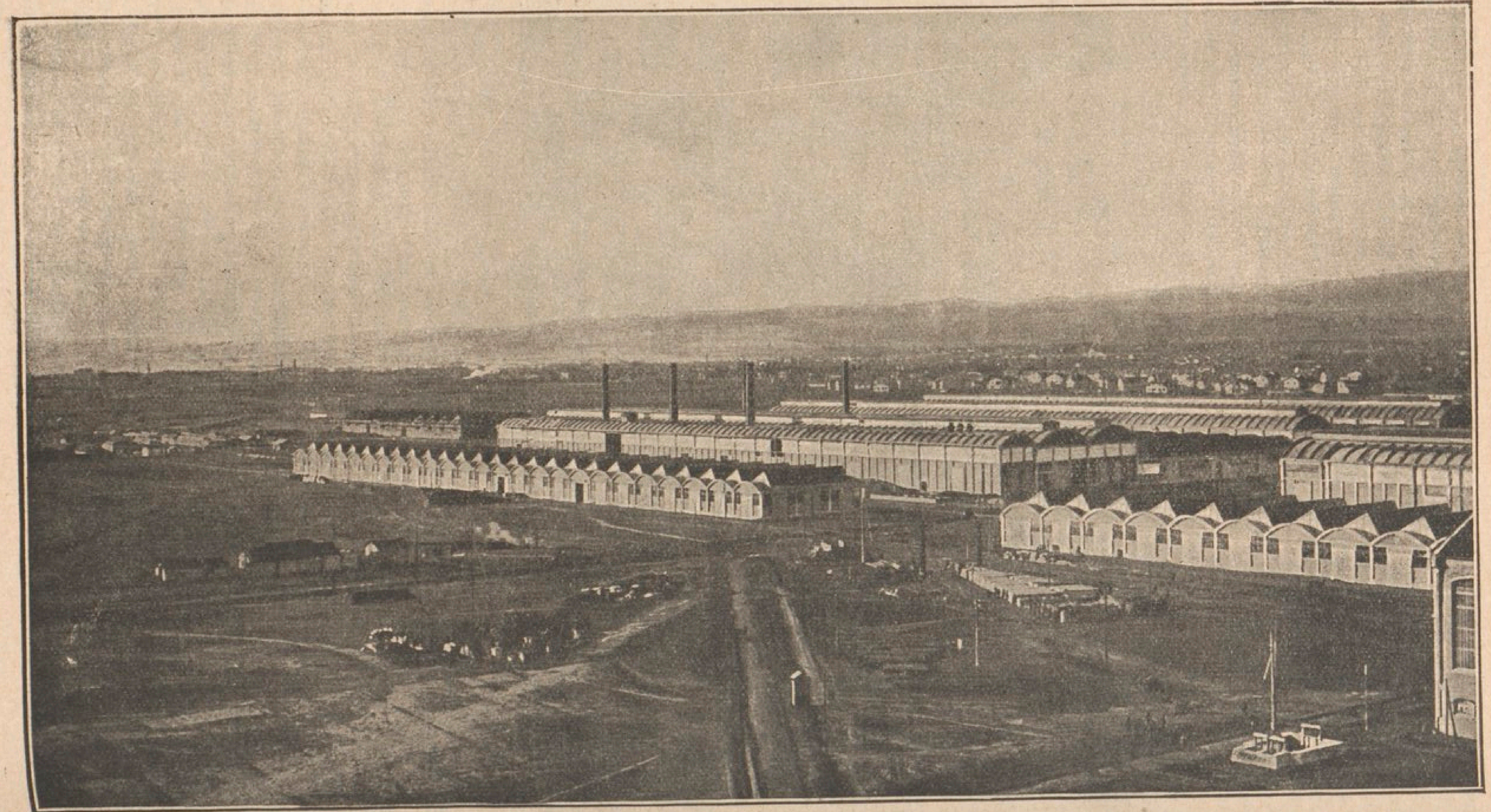
Mais le grand théâtre qui reste forcément l'apanage des grandes villes, ne doit pas être le seul objet des préoccupations du décorateur. Sans vouloir renouveler le *Roman Comique*, il est possible — c'est d'ailleurs chose faite et nous en donnons une série de photographies intéressantes, — d'établir des scènes de dimensions plus réduites, entièrement démontables, qui, avec six décors permettant de jouer tout le répertoire, tiennent aisément dans deux camions avec remorques. Deux hommes expérimentés en peuvent faire le montage complet en deux ou trois heures.



SALLE DE CINÉMA TRANSPORTABLE EN COURS DE MONTAGE

On construit même des salles entières qui se peuvent monter rapidement. Aujourd'hui, où se multiplient les entreprises de cinémas, le besoin de ces installations rapides se justifie, et tel qui veut se rendre compte de la possibilité et de l'avantage qu'il y aurait à créer une salle de cinéma dans une ville de province, peut s'y rendre avec sa salle démontable, y donner une série plus ou moins longue de séances, voir s'il y a un public suffisant pour une installation à demeure et, dans ce cas, chercher un local, puis, celui-ci trouvé et agencé, se rendre ailleurs pour recommencer la même opération. Tout cela va devenir possible et se réalisera dans un avenir prochain. MARCEL JUBIN.

VUE PERSPECTIVE DES BATIMENTS PRINCIPAUX DE L'ARSENAL DE ROANNE



Ce gigantesque établissement métallurgique, construit, aménagé et outillé en pleine guerre avec une déconcertante rapidité, couvre une surface de 75.000 mètres carrés; on pouvait y fabriquer 150.000 obus par jour et les agrandissements prévus auraient permis de tripler cette puissance de production déjà considérable. Un atelier spécialement outillé en vue de la construction des pièces d'artillerie lourde était en cours d'installation lors de la signature de l'armistice.

LES USINES QUE LA GUERRE A FAIT SURGIR DU SOL

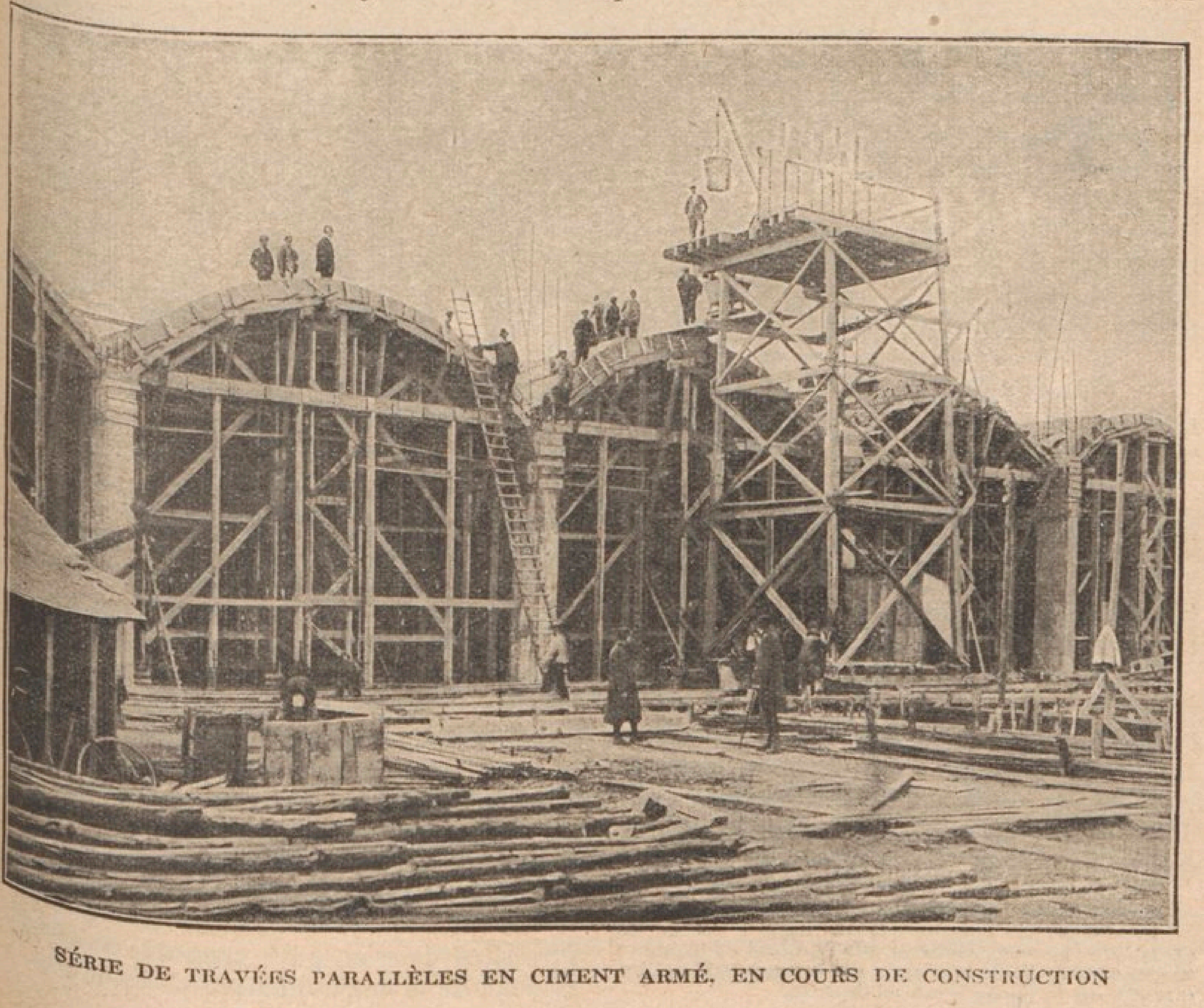
L'ARSENAL DE ROANNE

Par Charles LORDIER

INGÉNIEUR CIVIL DES MINES

Les difficultés sans nombre rencontrées par le sous-secrétaire d'Etat de l'Artillerie et des Munitions en ce qui concernait la fabrication intensive des obus et des pièces de canon, avaient fait naître, dès la fin de 1915, un projet de création, dans le centre de la France, d'un nouvel arsenal militaire conçu sur un plan suffisamment vaste pour assurer, dès sa mise en marche, une très forte production. En effet, le front ne cessait de s'étendre en Europe, comme au delà des mers, et l'augmentation continue de la densité des batteries lourdes ou de campagne apparaissait aux yeux de tous les experts comme une des conditions les plus essentielles de notre succès final. L'augmentation persistante du prix des matières premières, la rareté de plus en plus grande de la main-d'œuvre qualifiée, et l'obligation d'envisager la libération d'une partie de l'industrie pour la préparation de la lutte économique d'après-guerre, constituaient autant de raisons majeures qui étaient de nature à entraîner une décision de ce genre.

Le promoteur de cette idée, d'ailleurs très logique, fut M. Hugoniot, ingénieur civil, sous-lieutenant d'artillerie à titre provisoire, attaché au service industriel du



SÉRIE DE TRAVÉES PARALLÈLES EN CIMENT ARMÉ, EN COURS DE CONSTRUCTION

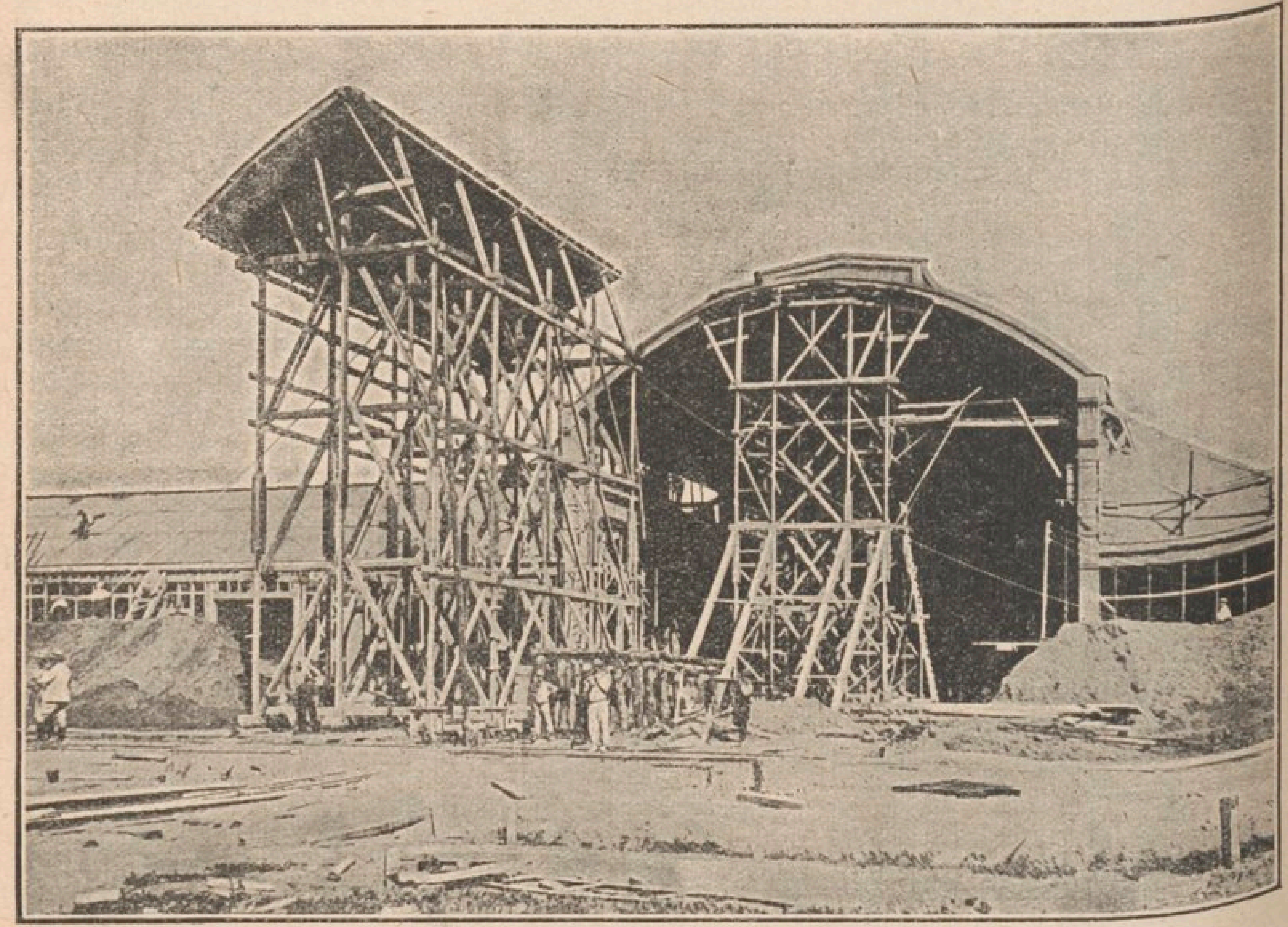
sous-secrétariat d'Etat de l'Artillerie et des Munitions, qui avait prouvé sa compétence technique en mettant au point, dans des conditions très difficiles, les ateliers militaires de Saint-Pierre-des-Corps, dont il avait su quintupler rapidement la production.

Il importait, en effet, de remédier, en matière de fabrication d'obus, au rendement très insuffisant de la main-d'œuvre française, disséminée dans un nombre beaucoup trop considérable de petits ateliers, et le seul véritable remède applicable immédiatement à cette situation semblait, très justement, être la centralisation des fabrications de guerre dans de grandes usines.

Divers projets de ce genre furent successivement élaborés dans ce but. L'un d'eux consistait notamment à confier à un industriel l'organisation, en huit mois, dans la banlieue de Paris, d'ateliers pouvant produire 50.000 obus par jour (1). On aurait employé une très forte proportion de main-d'œuvre féminine et une cité ouvrière, permettant de loger 4.500 femmes, aurait été construite aux abords immédiats de l'usine.

Une décision définitive officielle, adoptant le principe de la création à Roanne d'un nouvel arsenal d'artillerie essentiellement militaire, fut prise le 13 octobre 1916, c'est-à-dire après plus de vingt-six mois de guerre, par le ministre de l'Armement.

Il n'y avait pas une minute à perdre si l'on voulait inaugurer les nouvelles fabrications en temps utile. Le promoteur du projet, M. l'ingénieur Hugoniot, fut donc chargé d'en mener de front l'étude et l'exécution.



LA CONSTRUCTION DE LA TOITURE DE L'UN DES HALLS EN CIMENT ARMÉ

Les boucliers de bois épousant la forme intérieure de la toiture sont installés au sommet d'un gigantesque échafaudage mobile et ne sont retirés qu'après la prise complète de la carapace de ciment.

La création d'usines de cette importance exige la réunion d'un certain nombre de conditions essentielles qui sont, malheureusement, quelquefois contradictoires. Un grand arsenal doit être éloigné des frontières, recevoir par voies ferrées et par eau les matières premières ainsi que les combustibles, se trouver à proximité de sources importantes de force motrice à bon marché (centrales hydro-électriques, houillères, etc...), enfin être situé dans un pays favorable au recrutement de la main-d'œuvre nécessaire.

(1) Toutes les données numériques insérées dans cet article ont été empruntées au rapport spécial de M. Milliès-Lacroix, sénateur, sur l'arsenal de Roanne (annexe au P. V. de la séance du 8 mars 1917) et au rapport sur la loi de finances de 1918.

Roanne, qui est une sous-préfecture importante du département de la Loire, répondait à la plupart de ces exigences, puisque cette ville, que desservent plusieurs lignes exploitées par la Compagnie des chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée, la reliant directement à divers grands centres, comporte également une grande gare d'eau avec bassin, installée à l'extrémité du canal latéral à la Loire reliant Roanne à Digoin-sur-Loire.

Le terrain choisi pour l'installation du nouvel établissement, et mesurant 481 hectares situés sur le territoire des communes de Roanne et de Mably, à environ 3 kilomètres de Roanne, était facile à raccorder au chemin de fer P.-L.-M. Bien que longeant le canal sur 800 mètres, cet emplacement se trouvait à 5 mètres au-dessus des plus hautes crues du fleuve. Une grande partie de la superficie disponible dominait le terrain industriel, ce qui la rendait particulièrement propre à l'édification très commode d'une vaste et salubre cité ouvrière.

On avait prévu une production journalière initiale atteignant 52.000 obus de divers calibres, en acier ou en fonte aciérée, ainsi que quatre canons lourds, à tir rapide et à grande portée. La surface réservée était suffisante pour permettre de porter la production à 150.000 obus, si besoin en était, au moyen d'installations complémentaires.

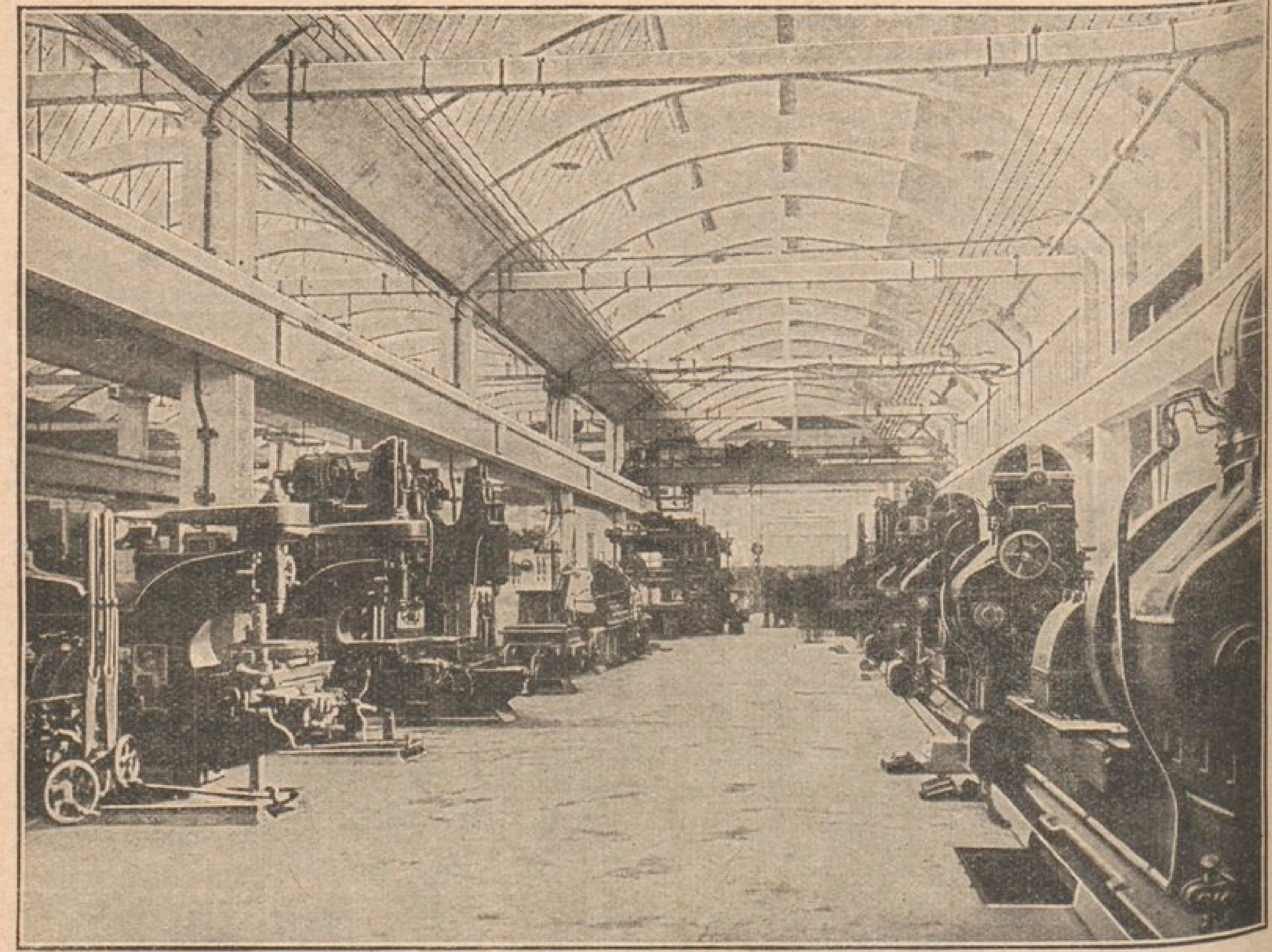
LE CHATEAU D'EAU DE L'ARSENAL DE ROANNE
Ce beau réservoir, de 1.000 mètres cubes, est tout en ciment armé. On remarquera la légèreté de la tour de support qui renferme une rampe d'accès analogue à celle du célèbre château d'Amboise.

Le devis primitif envisageait une dépense qui ne devait pas être inférieure à 150 millions de francs; laquelle a été dépassée de 68 millions, étant donnés les prix exceptionnellement élevés de la main-d'œuvre, des matériaux et des machines-outils.

Une somme de 50 millions de francs était consacrée aux constructions (terrains, bâtiments, voies ferrées, port, routes, etc...). On avait estimé à 65 millions le matériel de fabrication des obus et des canons qui comporte environ 3.500 machines-outils et à 20 millions l'établissement de la centrale électrique.

L'auteur du projet a, certes, vu très grand, et les personnes familiarisées avec ces questions de haute technique ne peuvent qu'être étonnées qu'on ait pu, en pleine guerre, concevoir, outiller et mettre en marche un si puissant organisme industriel.

On a dû cependant abandonner, avant le début des travaux de construction, une partie des bâtiments projetés. Trois immenses halls contigus, de 250 mètres sur 300 mètres,



VUE PRISE DANS L'UN DES ATELIERS DE MÉCANIQUE GÉNÉRALE

Ce vaste hall, de 20 mètres de largeur sur 250 mètres de longueur, est muni de robustes chemins de roulement en ciment armé qui permettent la circulation des ponts roulants électriques servant au transport des pièces à usiner et des machines-outils elles-mêmes que l'on change ainsi facilement de place.

dénommés Somme, Verdun et Marne, ont été seulement exécutés, au lieu des cinq qui figuraient sur le plan d'ensemble original.

Il faut avoir essayé de mesurer de l'œil ces immenses espaces couverts de 75.000 mètres carrés — soit 7 hectares 1/2 — pour en concevoir la véritable et formidable étendue.

Deux des bâtiments sont construits entièrement en ciment armé, tandis que le troisième a été couvert en tuiles supportées par une charpente métallique reposant sur des piliers de ciment armé, afin de gagner du temps.

Comme le montre la photographie page 483, la couverture de chaque bâtiment est supportée par des poteaux en ciment armé, espacés, en principe, de dix en dix mètres dans chaque sens. Elle forme des sheds, ou dents de scie, assurant un éclairage abondant suivant le système répandu partout.

Mais cette division de la surface couverte en carrés de 10 mètres de côté, avec 6 mètres de hauteur sous entrait, n'aurait pas permis d'entreprendre la fabrication d'objets de grandes dimensions. Aussi, a-t-on ménagé dans chaque bâtiment des halls de 20 mètres de largeur et de 250 mètres de longueur, recouverts d'une toiture surélevée donnant une hauteur disponible de 12 mètres sous entrait, suffisante pour de grands montages.

Deux travées de ce genre sont accolées à une extrémité du bâtiment, elles constituent un espace de 10.000 mètres carrés dans lequel on a installé les fours à réchauffer les lopins d'acier, et les presses à percer et à tréfiler les emboutis d'obus, ou bien les ateliers de métallurgie générale : fonderies de fonte, d'acier, de bronze, forge avec moutons, pilons pneumatiques et à vapeur, fours, chaudières, chaudronnerie, etc... Le tout, pourvu de ponts roulants et de grues, constitue de très beaux ateliers pour la préparation des fabrications mécaniques (moteurs, machines-outils).

Deux autres travées semblables, mais séparées l'une de l'autre, traversent le damier des carrés de 10 mètres ; elles permettent les montages de pièces lourdes ou encombrantes. Il reste alors entre les travées de 20 mètres des ateliers de mécanique

de 250 mètres de longueur, et, respectivement, de 60, 70 et 90 mètres de largeur.

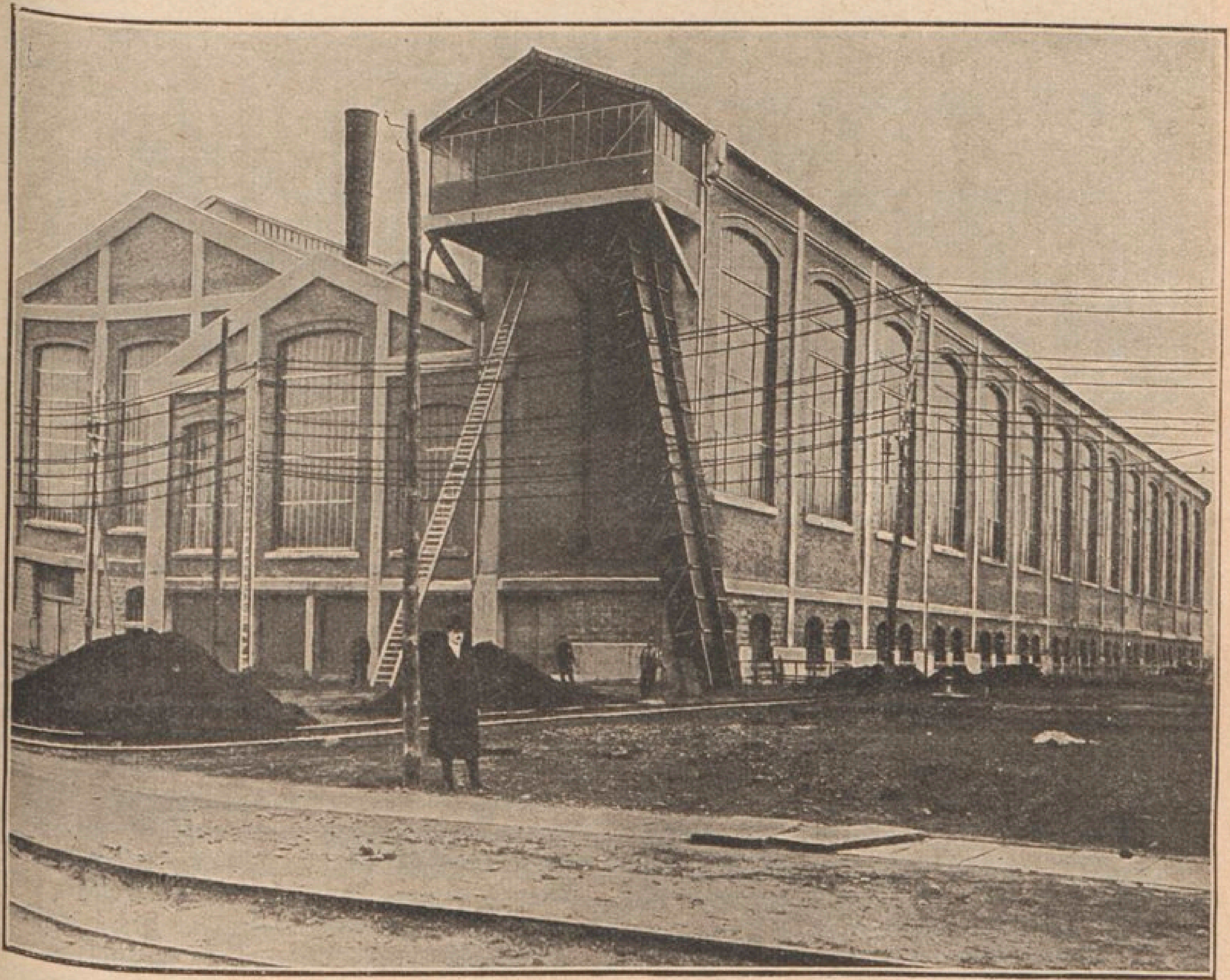
Comme aucun cloisonnement permanent n'a été édifié à l'intérieur de ces vastes ensembles, on peut, à la demande des fabrications en cours, constituer très aisément, au moyen de barrières légères en bois, tous les ateliers de mécanique dont on peut avoir besoin, et les modifier, le cas échéant, à très peu de frais et en un petit nombre d'heures.

Tous les chemins de roulement des ponts transbordeurs sont en ciment armé et contribuent puissamment au contreventement général des bâtiments qui, au moins pour tous ceux qui sont en ciment armé, forment de véritables monolithes dont la rigidité est parfaitement assurée. Le sol de sable sur lequel ils sont établis étouffe très heureusement le bruit et les trépidations.

Pour que l'éclairage diurne soit suffisant, toutes les surfaces des colonnes, des fermes et de la toiture sont blanchies à la chaux. L'absence de transmissions par courroies facilite d'ailleurs la bonne diffusion de la lumière qui se répartit sans, rencontrer d'obstacles, sur les machines-outils actionnées par des moteurs électriques individuels.

Car, en principe, les machines opératrices sont à commande individuelle. Mais on a dû acheter pendant la guerre des machines à commande par courroies et transmissions. On a groupé ce matériel en quelques points seulement, et, pour supporter les organes de leurs transmissions, on a fixé aux piliers-supports de la toiture des poutres en ciment armé de 5 mètres au-dessus du sol. Dans ces parties, la hauteur disponible pour les montages se trouve donc réduite d'un mètre seulement, ce qui est très suffisant.

La puissance motrice nécessaire à la réalisation du programme de début avait été estimée à 15.000 kilowatts. On a donc installé une centrale électrique qui comporte quatorze chaudières Babcock et Wilcox, de 1.500 chevaux, chauffées au moyen de grilles mécaniques du même système, qu'alimentent



BATIMENT RENFERMANT LES TURBINES DE LA CENTRALE ÉLECTRIQUE

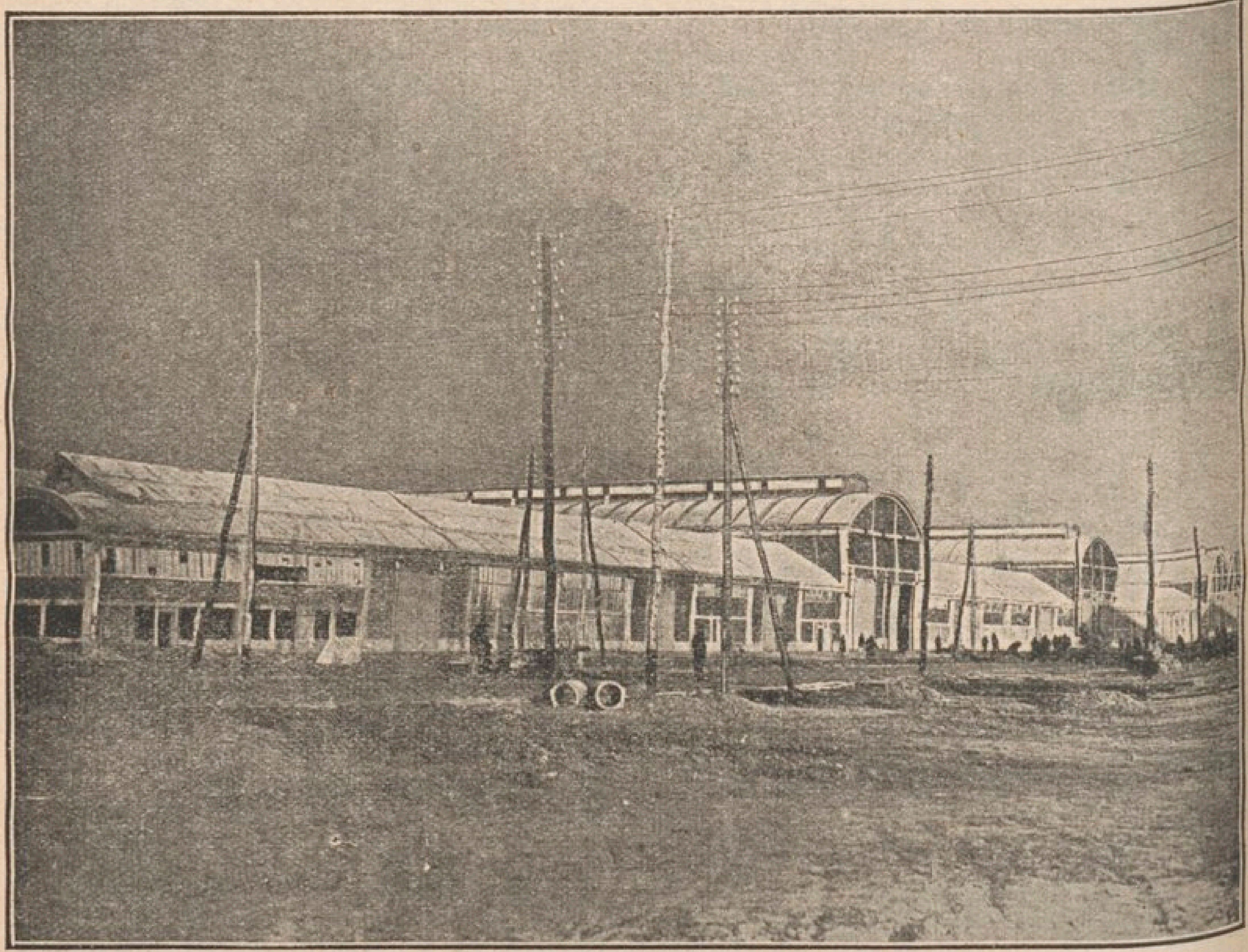
Les appareils fonctionnent à la vapeur. On voit l'élévateur amenant le charbon broyé dans les trémies abritées par le bâtiment de droite; à gauche est le hall des chaudières et, derrière, se trouve la grande salle des moteurs à vapeur. La puissance totale actuelle de cette usine est de 15.600 kilowatts.

des trémies surélevées, disposées tout le long de la chaufferie. La période particulièrement difficile pendant laquelle on a dû installer les machines motrices, a imposé l'achat de groupes divers construits avant la guerre, ce qui a nui à l'homogénéité de l'ensemble. On a pu obtenir une puissance totale de 15.000 kilowatts en courants triphasés à 6.000 volts 50 périodes en réunissant côte à côte trois turbo-alternateurs d'origine étrangère dont deux de 3.000 kilowatts, un de 3.600 kilowatts à 1.500 tours et deux turbo-alternateurs de 3.000 kilowatts à 3.000 tours de la Société Electro-Mécanique du Bourget. Une machine compound horizontale avec cylindres en tandem, à soupapes, construite par les ateliers Van den Kerckove, de Gand (Belgique), fournit du courant continu pour les services auxiliaires de la centrale, concurremment avec des groupes convertisseurs rotatifs spéciaux.

Le charbon menu nécessaire à l'alimentation des trémies est fourni par un élévateur électrique qui le puise dans une fosse où sont installés deux puissants broyeurs recevant le tout-venant par wagons, en provenance du port de 300 mètres installé dans l'arsenal même, le long de la berge du canal. La mise sur wagons au sortir des péniches, ou le dépôt du charbon en stock et son rechargement sur wagons s'opèrent d'ailleurs mécaniquement au moyen de deux portiques roulants en acier et de bennes preneuses.

Pour parer aux accidents ou aux insuffisances éventuelles de force motrice, on a relié l'arsenal au réseau de distribution de force, alimenté par une centrale à vapeur de la Compagnie Electrique de la Loire et du Centre, construite près de Roanne.

Le recrutement de la main-d'œuvre devait être une des principales difficultés suscitées par la mise en marche du nouvel arsenal de Roanne. Alors qu'il eût fallu, pour fonctionner normalement, disposer d'au moins 15.000 ouvriers déjà entraînés, on n'a pu réunir, pendant la période de la plus grande activité, qu'environ 8.000 hommes comprenant : 2.000 civils, 2.000 mobilisés, 1.300 Chinois et 2.700 prisonniers de guerre allemands. L'adjonction de 2.300 femmes a per-



UN DES TROIS GRANDS ATELIERS DE L'ARSENAL DE ROANNE

Ce bâtiment abrite des fours, des presses hydrauliques et plusieurs centaines de machines-outils.

mis d'atteindre au 1er novembre 1918 le chiffre de 10.696 ouvriers, ce qui laissait un déficit d'environ 50 % sur l'importance de la main-d'œuvre minimum prévue au début.

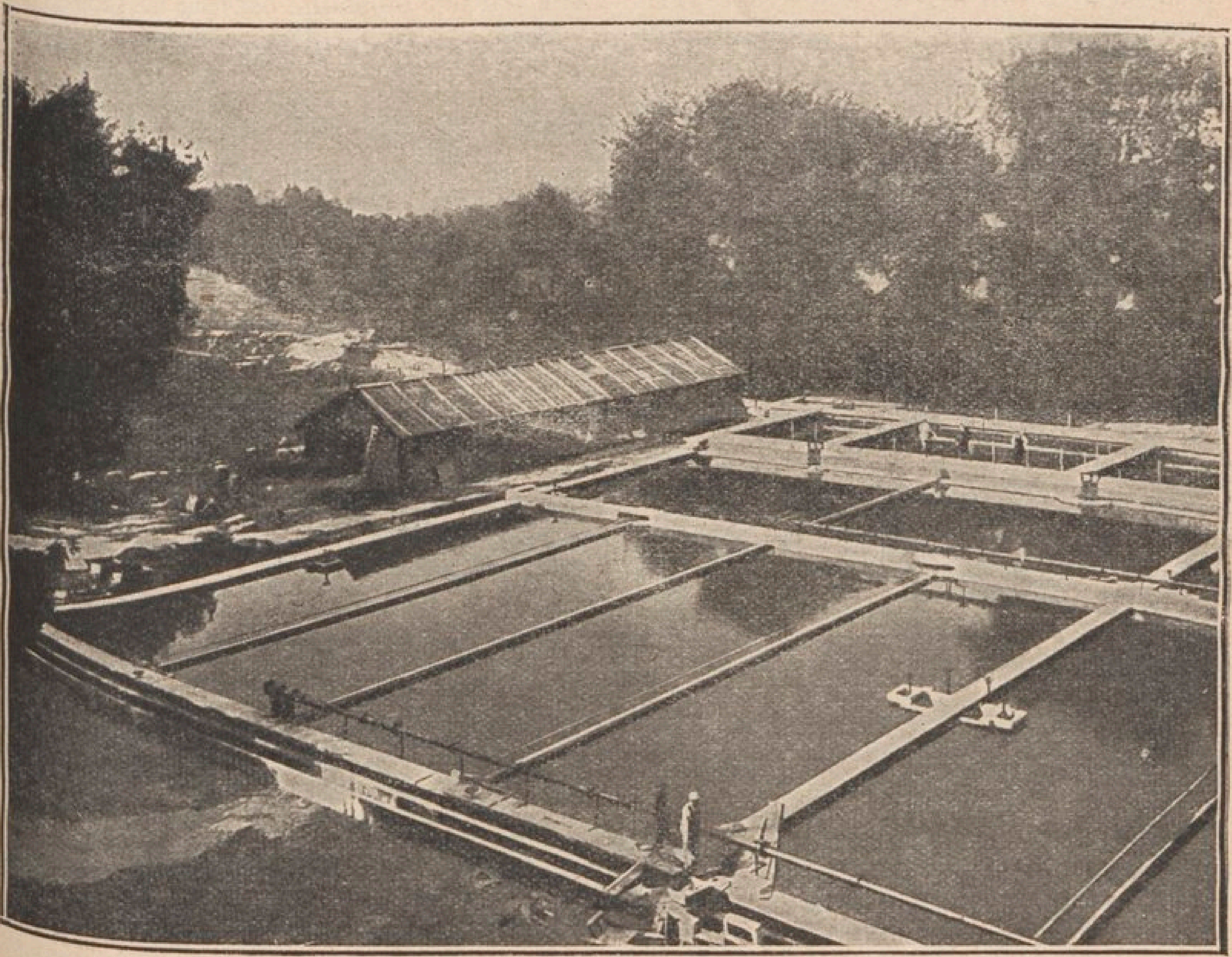
Le transport, le logement et la nourriture du personnel constituaient d'autres problèmes non moins importants à résoudre pour assurer la vie de l'arsenal et son bon rendement.

Une ligne de tramways, longue de cinq kilomètres, relie deux stations, situées près de la porte des ateliers, à la gare de Roanne. Aux heures d'affluence, des trains de wagons vides, circulant sur l'embranchement spécial à voie normale pouvaient aussi transporter facilement un grand nombre de personnes.

Deux cités, « *Roanne* » et « *Mably* », projetées en vue du logement des employés et ouvriers, avaient été étudiées sur un plan grandiose et comportaient plusieurs types d'habitations parfaitement compris.

On avait adopté deux dispositifs de maisons : l'une à étage, et l'autre à simple rez-de-chaussée (Voir les deux figures page 492). Les perrons d'accès et les murs de refend sont disposés de manière à isoler suffisamment les quatre locataires les uns des autres pour écarter tout élément de discorde résultant de ce voisinage immédiat souvent gênant.

Deux camps très spacieux dits du Colombier et des Essarts, composés de bâtiments en maçonnerie, ont permis de loger, dans des chambres confortables, un millier de célibataires et 100 ménages, tandis que les Chinois et les prisonniers de guerre, au nombre de 4.000, vivaient dans des baraquements de bois système Adrian, reconnus suffisants.



BASSINS FILTRANTS DE LA STATION DE POMPAGE DES EAUX DE LA LOIRE

L'eau prise dans le fleuve et relevée par des pompes, subit une épuration physique dans des bassins de filtration, d'où elle passe dans un château d'eau avec réservoir de 1.000 mètres cubes (Voir figure page 485).

Les logements ouvriers de l'arsenal sont éclairés à l'électricité, munis du tout-à-l'égout, alimentés en eau potable et, enfin, pourvus de jardins d'environ 300 mq. de superficie.

En ce qui concerne l'alimentation, la direction de l'arsenal avait pris elle-même, dès le début, l'initiative d'organiser un restaurant capable de servir 800 repas simultanément. Cette œuvre a été continuée par une société coopérative, qui a pu recevoir à la fois jusqu'à 2.000 personnes et qui aurait été en mesure d'en nourrir au moins le double,

L'eau industrielle est fournie à l'arsenal par une station de pompage aspirant l'eau de la Loire, avec château d'eau et bassins filtrants. (Voir figures pages 485 et 489.)

Les trois grands ateliers construits avaient été affectés chacun à une fabrication spéciale. L'un, le plus au nord, produisait des obus de 75, le second des obus de 155, et le troisième était en cours d'installation en vue de la construction du matériel d'artillerie lors de la signature de l'armistice le 11 novembre 1918.

La marche du travail avait pu être admirablement organisée par le colonel Rouyer, spécialiste éminent, à qui avait été confiée la direction de ces vastes ateliers neufs spécialement construits en vue de ce programme.

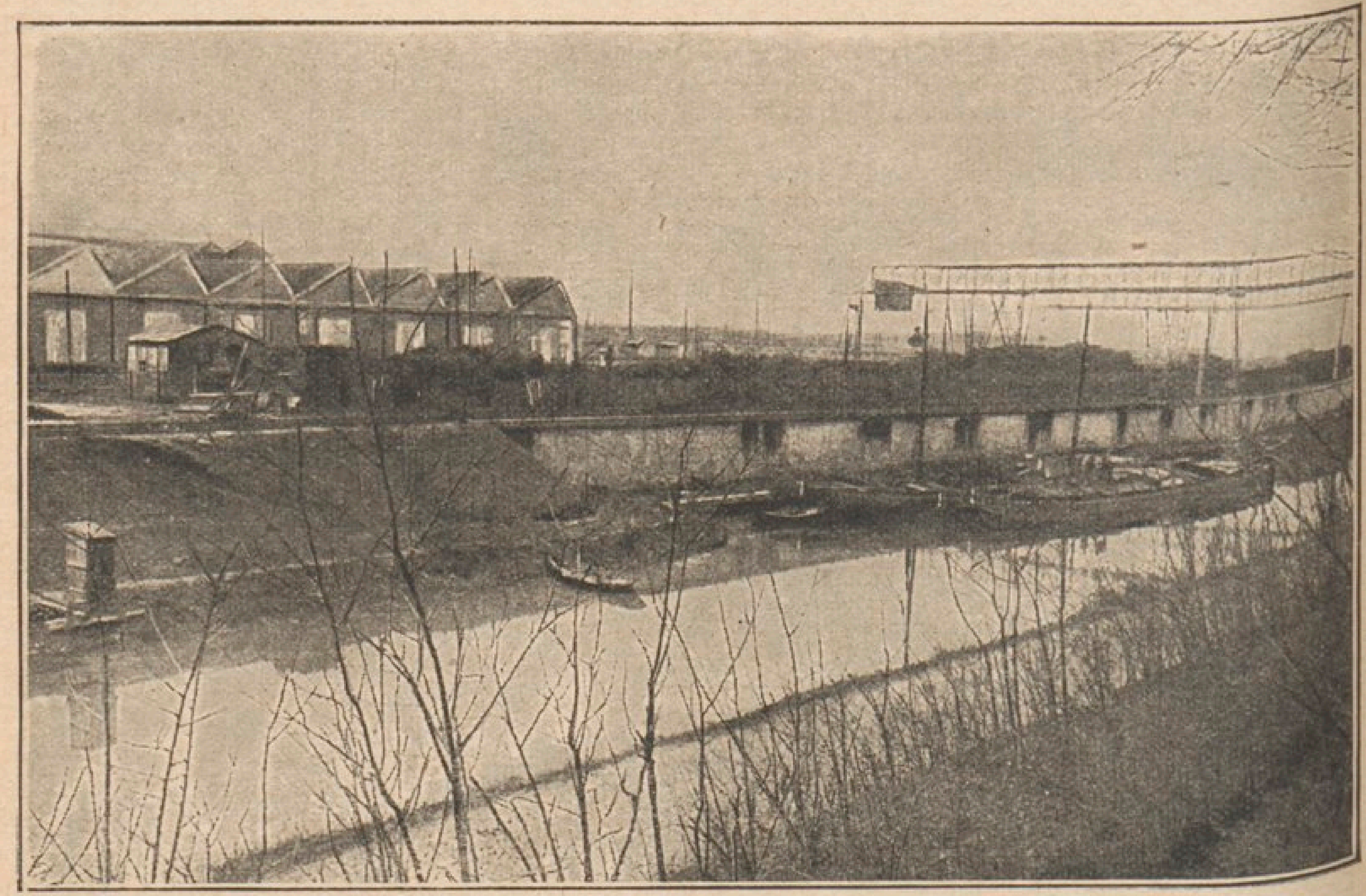
Le long du mur de fond passe une voie ferrée servant à la circulation des wagons apportant chaque jour les centaines de tonnes d'acier nécessaires au fonctionnement continu de l'atelier, de tout l'organisme de cette fabrication.

Dans l'atelier des obus de 155, les barres, rondes ou carrées, sont mises en stock sur un emplacement occupant toute la longueur du bâtiment sur une dizaine de mètres de largeur, soit au total 2.500 mètres de superficie.

Les barres sont découpées à froid, par des presses hydrauliques à poinçon vertical, en lopins de 30 centimètres de longueur, que l'on chauffe dans des fours chargés mécaniquement au moyen de poussoirs hydrauliques et formant une batterie de quatorze appareils, disposés en ligne. Le passage à chaud dans une presse hydraulique sert ensuite à ébaucher le corps de l'obus qui sort des presses sous la forme d'un cylindre fermé à l'une de ses extrémités par un fond plein. Les fours sont chauffés au moyen de gaz pauvre produit par une puissante batterie de gazogènes verticaux placée entre les deux bâtiments Marne et Verdun servant à la fabrication des obus. La vapeur vive destinée à la marche des gazogènes est fournie par les chaudières de la centrale électrique au moyen d'une conduite spéciale souterraine.

Les emboutis sont alors passés au premier atelier des tours où l'on donne au corps d'obus des dimensions voisines de celles qu'il doit avoir lorsqu'il sera complètement fini.

On réchauffe les emboutis dans des fours à huile lourde, et on les introduit à chaud dans des presses, qui forment l'ogive supérieure destinée à recevoir la fusée. Le traitement thermique en vue du durcissement du métal a lieu ensuite ; il comporte d'abord une trempe à l'eau qui sert à durcir le métal. Le



GARE D'EAU DESSERVANT L'ARSENAL SUR LE CANAL DE ROANNE A DIGOIN

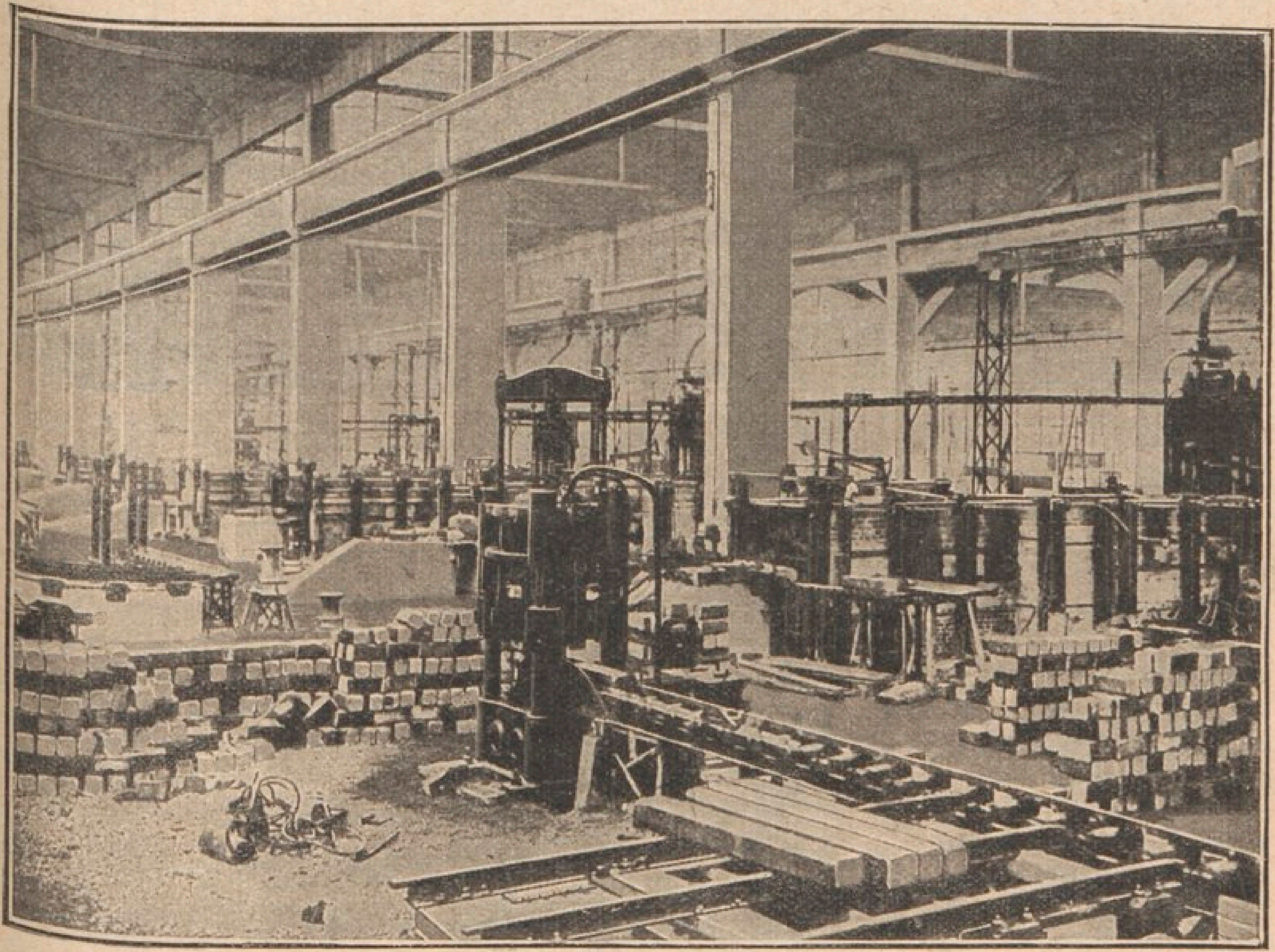
Le port, installé le long de la berge, a 300 mètres de développement. Les péniches sont déchargées au moyen de bennes preneuses suspendues à deux portiques roulants qui se déplacent sur des rails.

liquide est projeté en même temps par une série de jets à l'intérieur et à la périphérie de l'obus. Après la trempe, l'acier est recuit à une température suffisante pour lui enlever sa fragilité. Toutes ces opérations s'exécutent sous le contrôle de pyromètres très précis assurant la constance absolue des températures auxquelles on opère et d'appareils à bille de Brinell, qui indiquent le degré de dureté de chaque obus considéré à part.

après chaque opération, ce qui diminue considérablement la proportion des rebuts.

Les obus reçus sont mis en stock dans la dernière partie que longe une voie ferrée sur laquelle sont amenés les wagons destinés à les transporter aux ateliers de chargement.

Pendant toute la série des opérations qu'il vient de subir, l'acier, progressivement transformé en obus, n'a pas fait un pas en arrière; les manipulations, échelonnées sur



VUE PRISE DANS L'ATELIER DE FABRICATION DES OBUS DE 155 MM.

On voit, au premier plan, une presse hydraulique à découper les barres d'acier en lopins. Chaque barre, entraînée par une série de rouleaux mécaniques, reçoit, à son passage sous la presse, un coup de poinçon qui la sectionne en deux lopins. Les colonnes de ciment armé supportent les chemins de roulement des ponts.

un parcours de 300 mètres, ont été exécutées exclusivement au moyen de machines et réduites au strict minimum admissible.

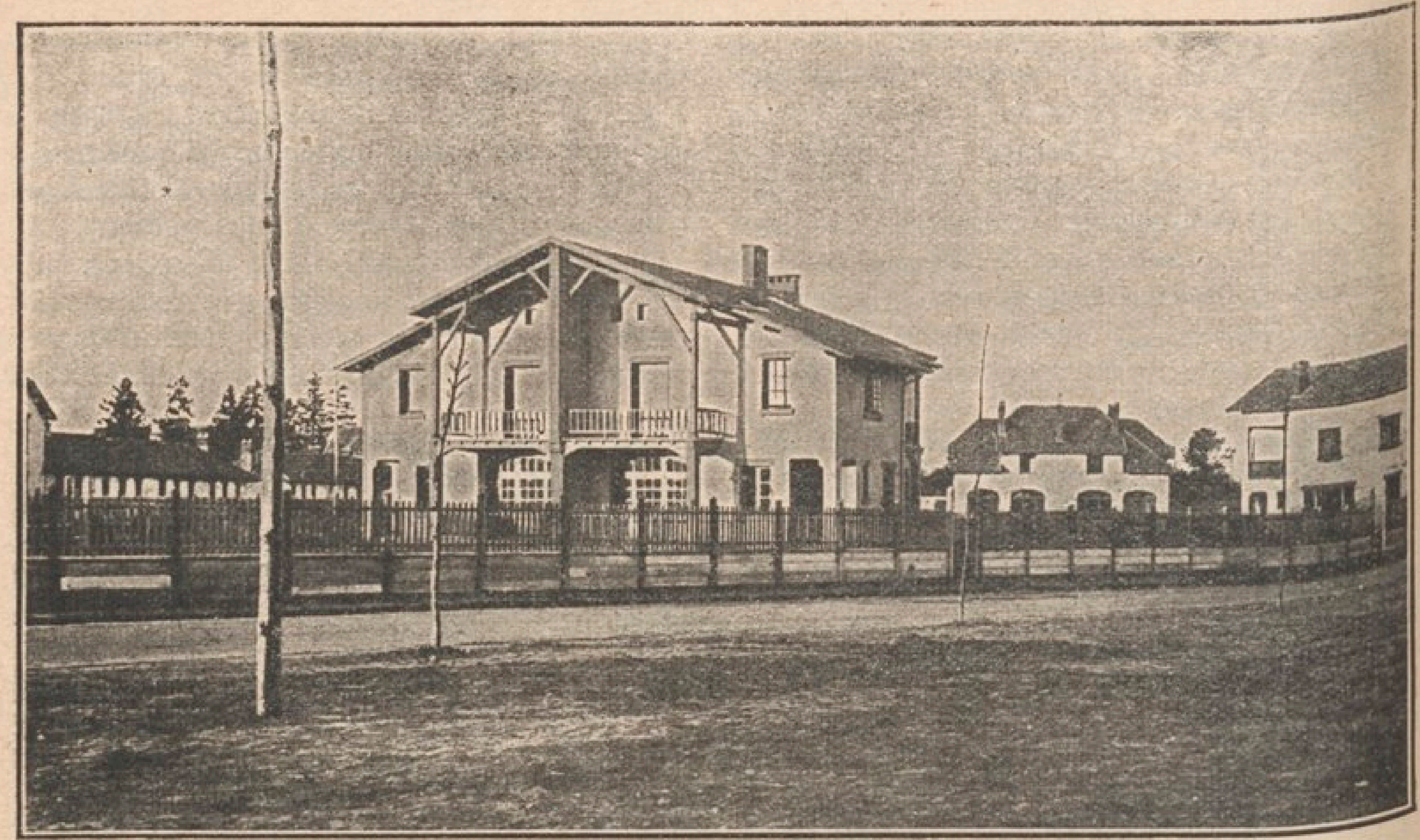
Enfin, dans un atelier de tours, on procède au finissage de l'obus, auquel on donne ses formes et dimensions définitives. Les opérations successives ont lieu, d'ailleurs, comme il a été expliqué déjà dans *La Science et la Vie* (Voir nº 22, page 203, et nº 28, page 373).

Ce qui distingue la fabrication à Roanne, ce sont les vastes proportions des ateliers et l'organisation rationnelle du travail, grandement facilité et accéléré par l'emploi de transporteurs automatiques et de l'énegrie électrique pour la commande des machines-outils. Des tables de vérification permettent à la direction de faire contrôler les pièces

Sur les côtés de l'atelier, on a disposé les armoires-vestiaires, les bains-douches et les water-closets, où le personnel peut se rendre sans sortir de l'atelier et sans échapper au contrôle direct du personnel dirigeant.

L'atelier des obus de 75 est organisé d'après les mêmes principes que le précédent.

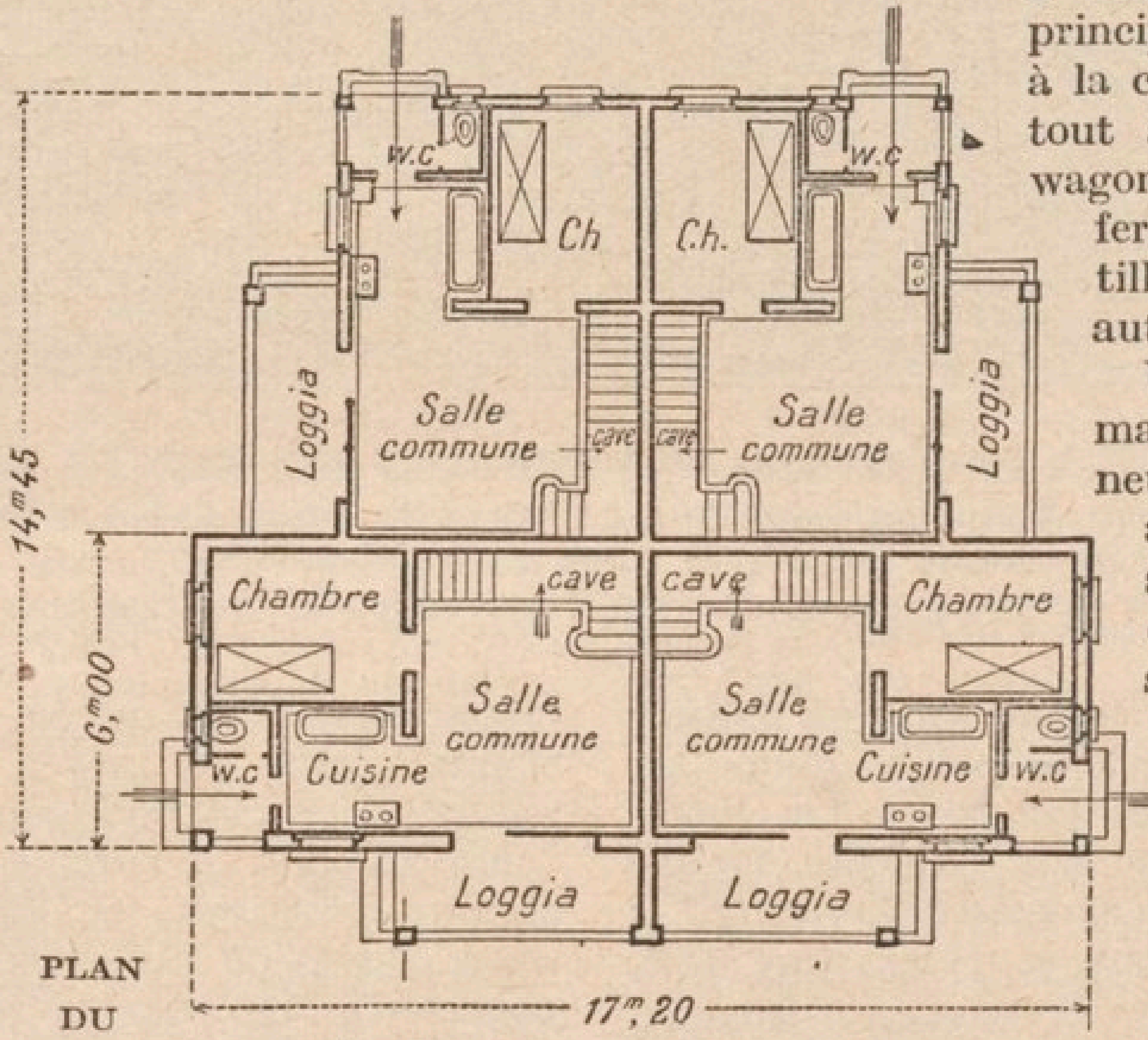
Les deux usines de fabrication d'obus, Marne et Verdun, sont actuellement en chômage, puisque leur outillage absolument spécial ne peut servir à aucune autre indus-



PHOTOGRAPHIE D'UN PAVILLON A UN ÉTAGE ET A QUATRE LOGEMENTS INDÉPENDANTS

Les loggias avec balcons situées au rez-de-chaussée et au premier étage sont complètement séparées par un mur débordant. Chaque locataire est ainsi chez lui et ne peut être dérangé par ses voisins.

trie. Dans le bâtiment Somme, destiné à la construction du matériel d'artillerie, on a pu, au contraire, installer diverses fabrications de paix, et l'on prévoit la mise en marche d'un puissant atelier de mécanique générale pouvant livrer toutes les pièces de dimensions moyennes et certaines pièces exceptionnelles. Là se trouvent réunies, outre une fonderie d'acier, une forge et une grande quantité de machines-outils utilisables. On a dû seulement immobiliser les appareils spéciaux aux fabrications d'artillerie comme, par exemple, les machines destinées à usiner les canons de divers calibres qui ne peuvent guère être utilisées pour



PLAN DU REZ-DE-CHAUSSÉE D'UN PAVILLON A QUATRE LOGEMENTS

Les murs intérieurs en croix isolent complètement les locataires les uns des autres, ce qui écarte les promiscuités gênantes.

d'autres travaux industriels en raison de leurs dimensions très particulières.

Actuellement, l'effectif comporte de 1.500 à 1.800 ouvriers civils, principalement employés à la construction et surtout à la réparation de wagons de chemins de fer, de caissons d'artillerie ou de véhicules automobiles divers.

Une première commande de mille wagons neufs à marchandises a été passée à l'arsenal, qui pourrait en produire plusieurs milliers par an s'il était possible de réunir suffisamment de main-d'œuvre à cet effet.

On conçoit, en effet, qu'il puisse notamment être intéressant de combiner les efforts de ces grands ateliers d'Etat avec ceux d'industriels qui les prendraient à bail ou les exploiteraient en régie.

Ch. Lordier.

LES FONTES SYNTHÉTIQUES

Par Ch.-Albert KELLER

ADMINISTRATEUR DE LA CHAMBRE SYNDICALE DES FORCES HYDRAULIQUES

Comme on l'a exposé dans *La Science et la Vie* n° 33, page 15, la fonte ordinaire est produite dans des hauts fourneaux en traitant le minerai de fer par du coke qui fournit le carbone nécessaire à l'opération. L'acier s'obtient ensuite, en décarburant la fonte, soit dans des convertisseurs Bessemer ou Thomas, soit dans les divers fours Martin à sole acide ou basique.

La fabrication des millions d'obus de tous calibres consommés par les canons des fronts alliés de terre et de mer et la destruction d'un matériel de guerre formidable, généralement construit en acier, ont fourni pendant toute la durée de la guerre un tonnage considérable de tournures et de débris que l'on a cherché à utiliser dans les meilleures conditions possibles, pour la conservation et principalement pour la reconstitution de nos réserves de métal.

M. CH.-A. KELLER

La fabrication des fontes synthétiques au four électrique a permis, dès 1915, l'utilisation des déchets d'acier et de fonte qui restaient jusqu'alors sans emploi pratique.

La « fonte synthétique » est le résultat de la recarburation des déchets d'acier, particulièrement des tournures et forages plus ou moins mélangés de déchets de fonte (tournures, ébarbures diverses, limailles).

Dès le début de la fabrication de l'acier au four électrique, on avait constaté que le métal en fusion pouvait être recarburé. Ce phénomène, résultant des propriétés du fer, déjà connues en métallurgie, ne donna pourtant suite à aucune application industrielle. Il n'en était, en effet, pas susceptible, pratiquement et économiquement parlant, parce que la carburation d'un bain d'acier dans un four électrique à voûte, obtenue par les divers procédés connus et usités, tels que l'introduction d'agglomérés denses de charbon et fer (carburite) ou de blocs de charbon et fonte, ne constitue qu'un procédé de « mise au point » de la carburation, mais n'est nullement convenable pour pousser la carburation jusqu'à l'obtention des fontes.

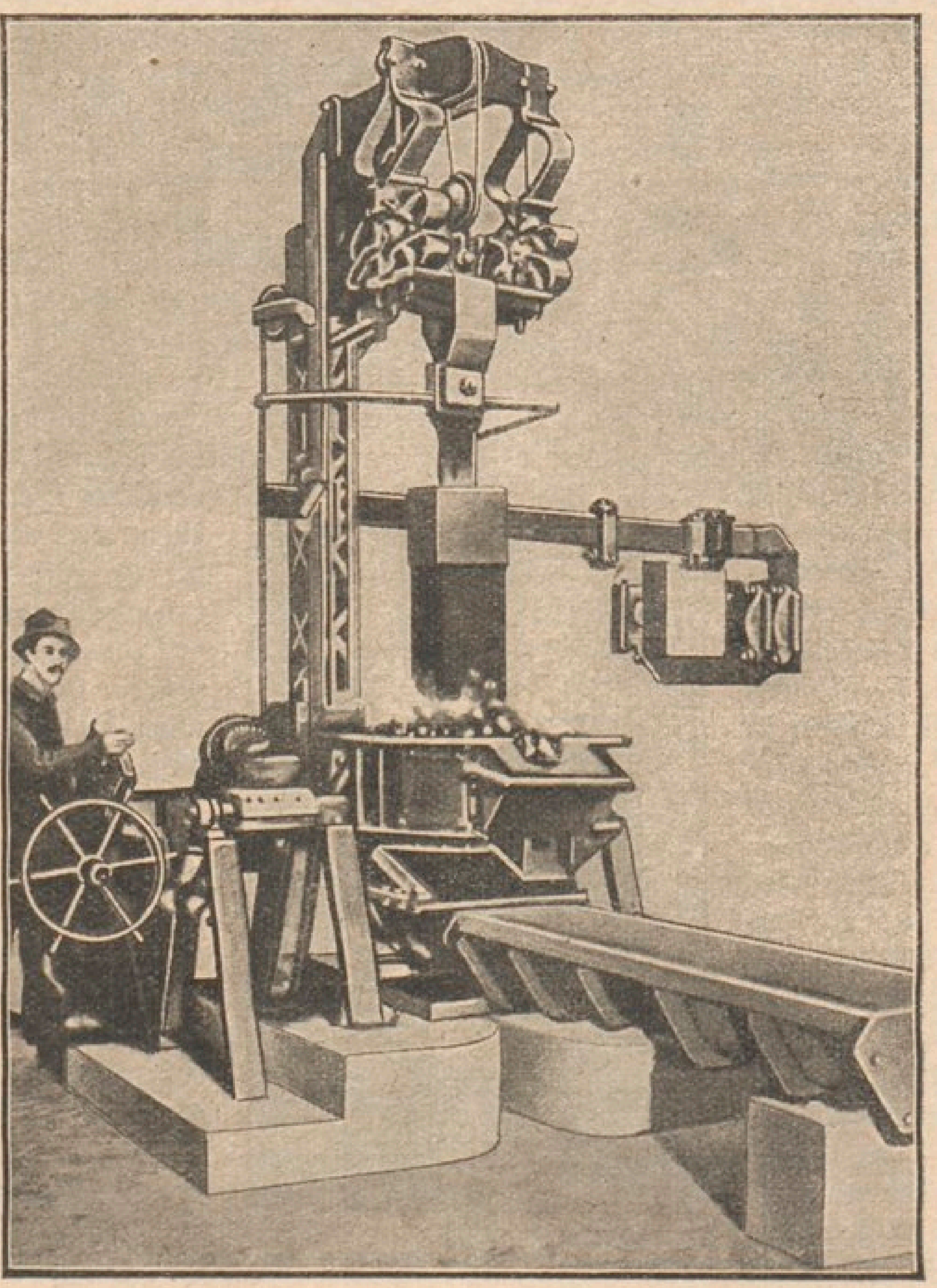
Ce procédé n'est donc pratique que pour la fabrication des aciers et c'est pourquoi, jusqu'à l'apparition de la carburation continue, on ne produisit pas commercialement une seule tonne de fonte obtenue par recarburation d'un bain d'acier. Seule, la carburation continue, réalisée parallèlement à la fusion par mélange des tournures d'acier et du charbon, peut déterminer une sûreté opératoire et une économie générale capable de donner à la fonte synthétique un avenir commercial qu'on puisse espérer maintenir pendant bien longtemps.

Pour fondre des tournures d'acier dans un four à voûte, il faudrait dépenser une quantité d'énergie électrique très importante, étant donnée la température élevée correspondant au point de fusion du métal. De plus, le rendement thermique d'un tel four est très inférieur à celui d'un appareil ouvert dont les parois sont bien moins chaudes et que l'on peut maintenir constamment plein de matières à fondre. Enfin, il est relativement difficile de charger des tournures dans un four à voûtes muni de portes.

Le fonctionnement de la carburation est complètement différent suivant que l'on opère dans l'un ou dans l'autre des deux cas précités. En effet, le phénomène qui ne peut avoir lieu, sur des tournures en fusion, que par dissolution et par contact entre la couche supérieure du bain et les carburants, se ralentit au fur et à mesure que la teneur en carbone devient plus élevée. Non seulement ce ralentissement provoque un accroissement de la consommation d'énergie, mais, pour rendre le contact plus intime entre le métal en fusion et le carburant, ce dernier doit être choisi très dense, ce qui augmente sensiblement son prix de revient. L'emploi

du four ouvert a également le précieux avantage de supprimer les pertes de chaleur importantes, résultant de l'ouverture fréquente ou prolongée des portes en vue de la vidange qu'on opère lors de chaque chargement ou pour permettre les légères réparations qu'exigent la sole, le garnissage, la voûte, etc...

On réalise, au contraire, dans un four électrique ouvert, une carburation intégrale que l'on peut régler exactement en se basant sur les réactions connues des corps en présence. On bénéficie, de plus, d'un avantage économique très important provenant du fait que l'association du carbone et du fer commence à se produire dans les parties hautes de la charge bien avant que la fusion ait lieu. A partir de 650°, la cémentation — c'est-à-dire la combinaison du fer et du carbone — intervient et agit avec une vitesse d'autant plus considérable que la température s'élève pendant que la charge entière descend.



FOUR ÉLECTRIQUE DE 120 KILOWATTS

C'est à l'aide de ce four que M. Keller fit ses essais et ses recherches sur les fontes synthétiques en 1908.

La carburation du fer commence ensuite grâce au contact qui s'établit entre le carbone solide et le métal partiellement carburé, déjà en voie de fusion, et devient complète lors de la fusion du bain. Ce dernier phénomène a ainsi lieu à la température qui convient pour la fonte de fer, de telle sorte que les coulées du four électrique s'obtiennent très facilement entre 1.200° et 1.300° C.

La fabrication de la fonte exige, en outre, d'autres opérations que la carburation du métal des tournures en fusion dans le four électrique. En effet, il est indispensable de faire disparaître du bain les traces plus ou moins importantes de soufre qu'il contient, car la présence de cette impureté nuit considérablement à la qualité du métal obtenu. De plus, le mélange formé par les tournures d'acier et le charbon est tellement bon conducteur du courant électrique qu'il faudrait adopter une tension extrêmement basse pour que le four marchât normalement avec toute la régularité voulue. On serait ainsi conduit à admettre des intensités très basses dépassant les valeurs adoptées dans la pratique.

On remplit le double but exposé ci-dessus en introduisant, dans le lit de fusion, un laitier basique dont l'adjonction a pour résultat d'éliminer complètement du métal obtenu toute trace de soufre et de diminuer considérablement la conductibilité électrique de la masse en traitement, grâce à l'interposition de matériaux non conducteurs entre les deux éléments conducteurs du bain : tournures et autres déchets d'acier en fusion et charbon. On peut donc opérer dans les conditions de tension de courant habituellement adoptées pour les traitements électro-chimiques.

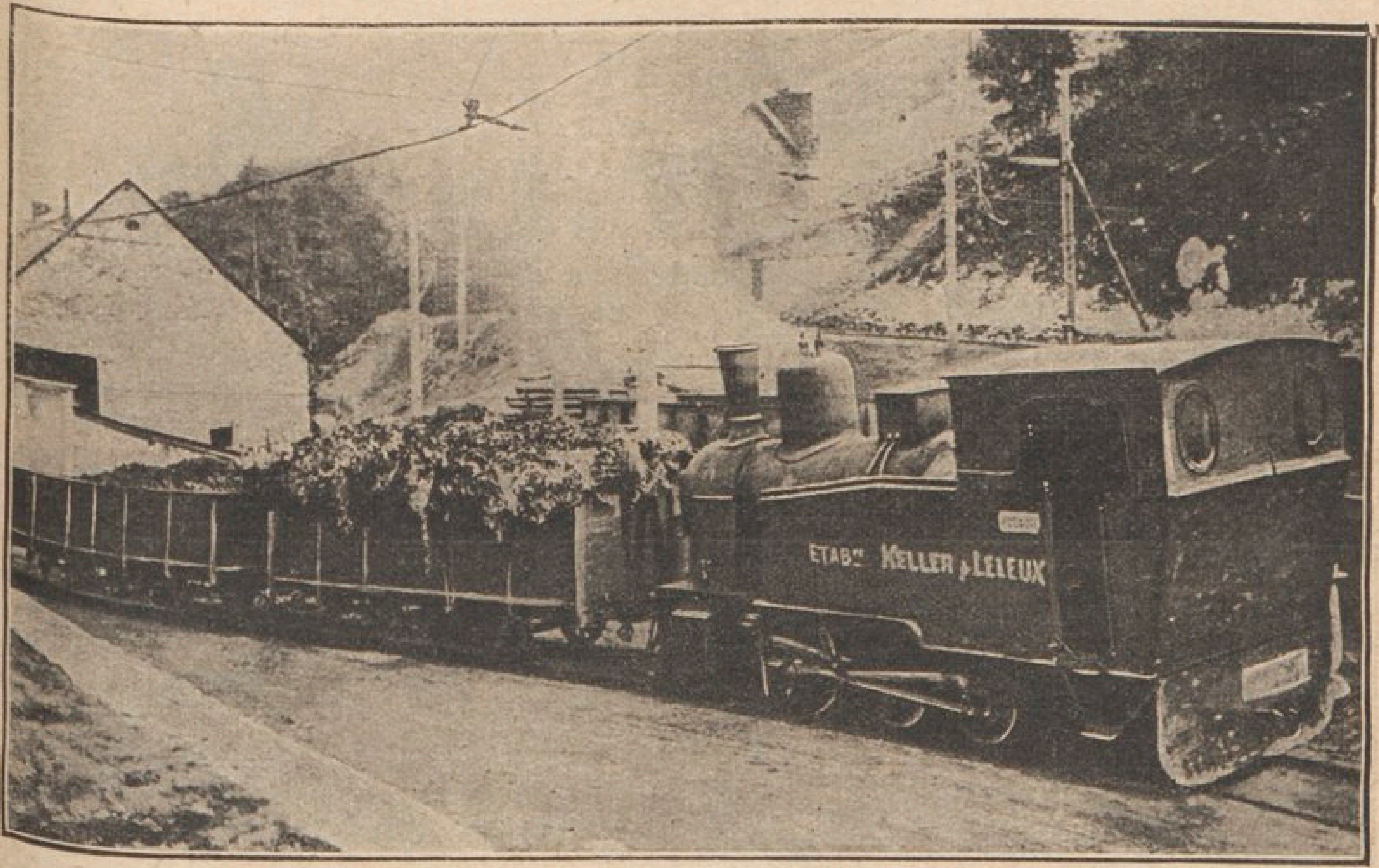
La fonte, reconstituée en présence d'un laitier suffisamment basique, retient la faible quantité de silice introduite avec ce laitier et contient pratiquement tous les corps ayant figuré dans le lit de fusion, sauf le soufre. La teneur en silicium n'a pas été

augmentée et le carbone de la charge n'est utilisé qu'en vue de la carburation sans qu'il puisse réagir d'une manière appréciable sur la silice, circonstance éminemment favorable.

On peut donc obtenir, en partant des tournures d'acier courantes contenant, par exemple, 0,44 de silicium, 0,55 de manganèse et 0,07 de soufre, des fontes dites « blanches » renfermant 3,55 de carbone, 0,52 de silicium, 0,48 de manganèse et seulement des traces de soufre tellement faibles qu'elles ne sont pas dosables et ne peuvent pas nuire.

Dès lors, il devient extrêmement facile de fabriquer des fontes contenant exactement la marche d'un four électrique pouvant produire de 80 à 100 tonnes par vingt-quatre heures et qui, pendant un mois de fonctionnement n'a pas donné lieu à des écarts supérieurs à 0,25, en ce qui concerne la carburation des tournures d'acier et la proportion exacte de silicium contenue dans la fonte.

Le succès de cette fabrication ne peut être garant que si l'on réalise un contrôle absolu de la composition du laitier et de la quantité de carbone introduite. Le procédé est ainsi rendu très précis et, par conséquent, très sensible : son application doit donc s'appuyer entièrement sur le concours constant



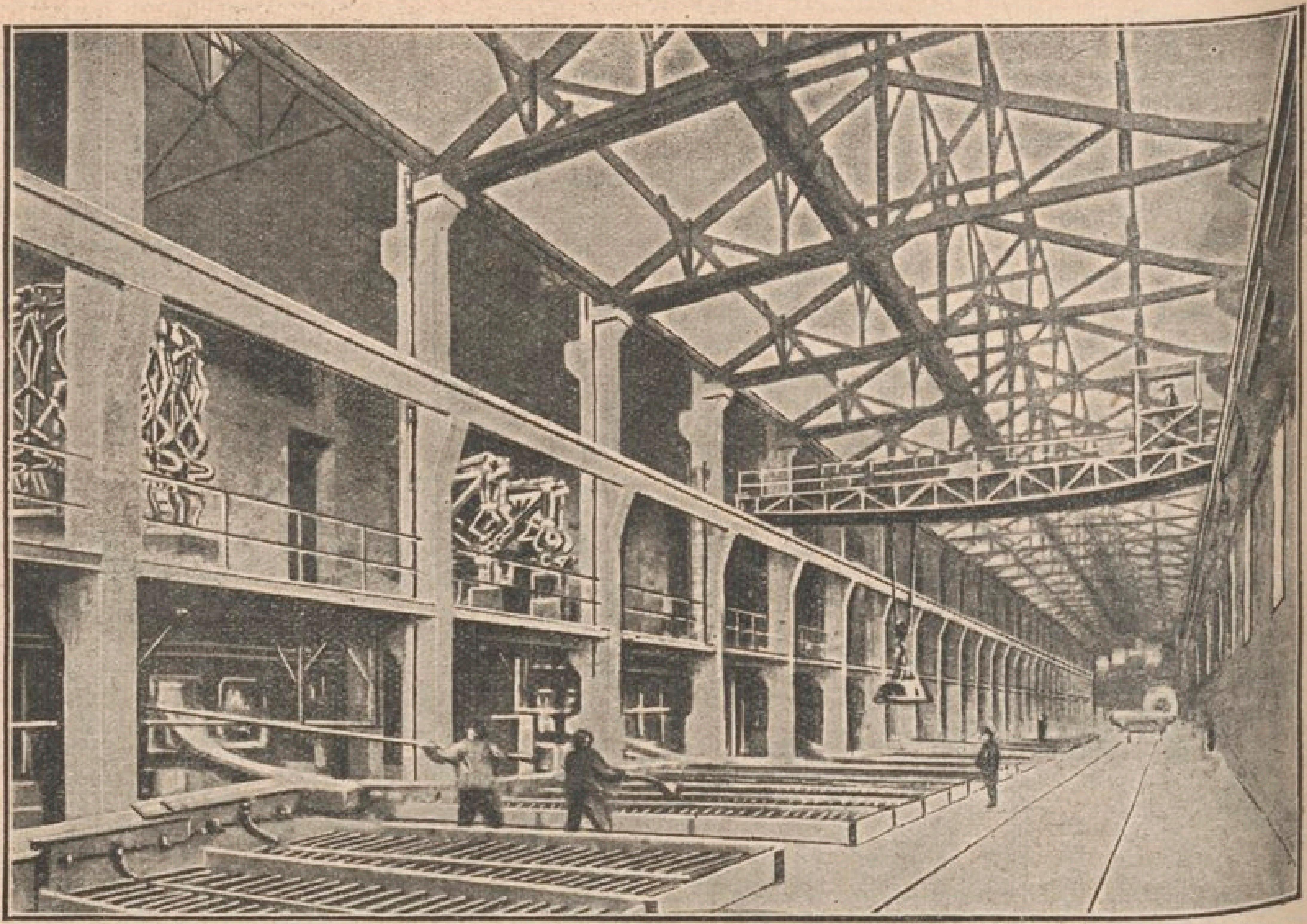
ARRIVÉE DE TOURNURES D'ACIER POUR LA FABRICATION DES FONTES SYNTHÉTIQUES PAR LE PROCÉDÉ KELLER, AUX USINES DE LIVET (ISÈRE)

les quantités de carbone, de silicium, de manganèse exigées par la clientèle. Par exemple, l'incorporation du silicium résultera de l'introduction d'une quantité de silice supplémentaire dans le lit de fusion, parallèlement au carbone de réduction correspondant. La teneur en silice du laitier pourra varier, comme cela est parfaitement logique, en fonction du dosage du silicium dans la fonte.

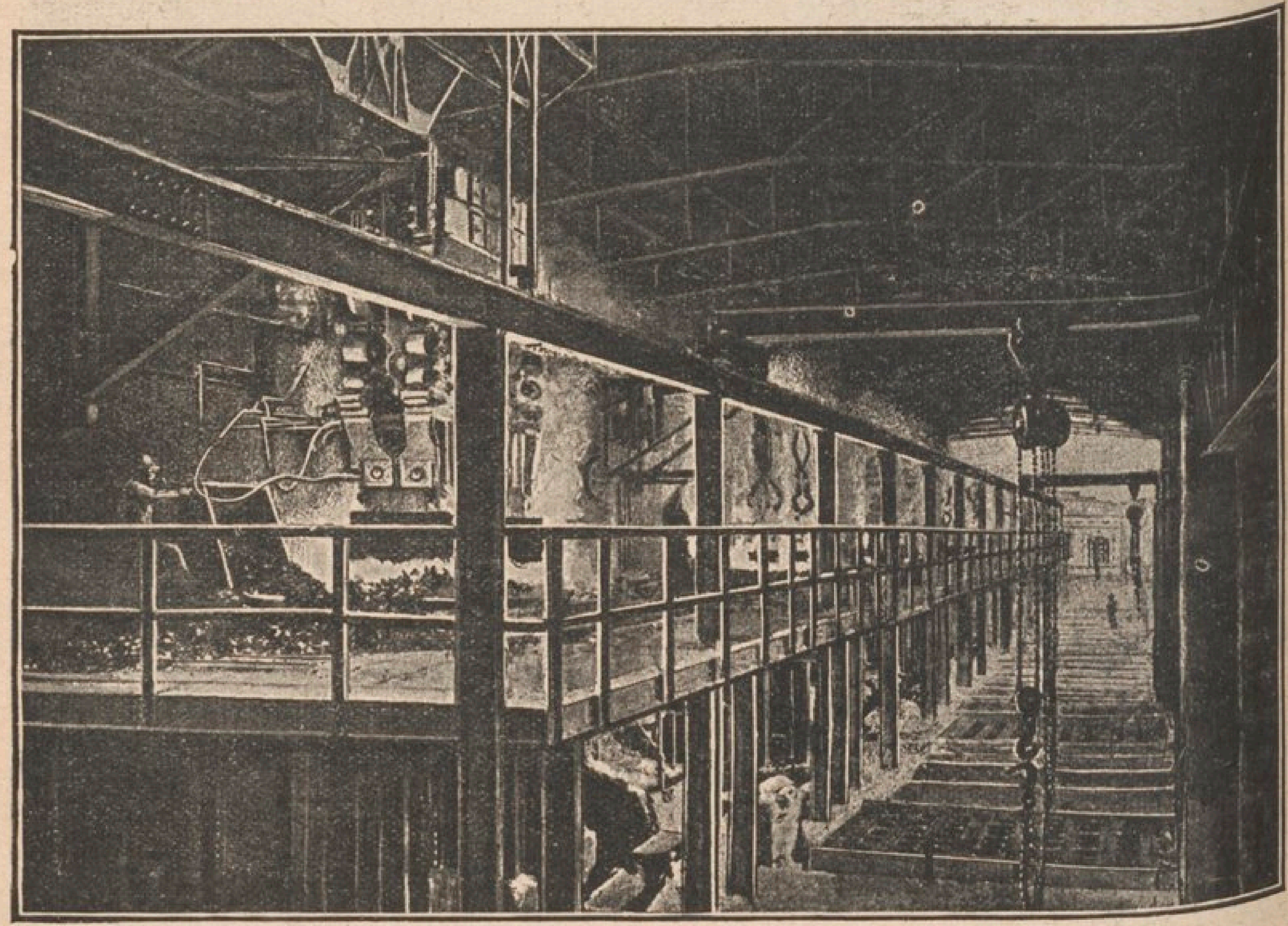
Ces lois fonctionnant d'une manière certaine, on peut donc considérer le procédé de fabrication exposé ci-dessus comme obéissant intégralement aux prévisions des calculs du lit de fusion et comme répondant aux dosages absolus des éléments qui le composent, dosages fixés par le laboratoire.

Comme preuve de cette assertion, on citera du laboratoire de chimie. On emploiera, comme agent de carburation, le coke menu ou le charbon de bois réduit en petits morceaux. De cette manière, l'état de division du charbon de carburation correspondra exactement à celui des tournures d'acier afin de faciliter l'action du carbone dans les parties hautes de la charge du four, grâce à un contact aussi parfait que possible des molécules en traitement. On a constaté qu'il était très avantageux de sécher au préalable le coke employé au moyen d'appareils de chauffage combinés avec une puissante installation de ventilateurs électriques.

Ce procédé de fabrication de la fonte par la recarburation de l'acier est extrêmement simple et ne nécessite l'intervention d'aucun



HALL DE FOURS ÉLECTRIQUES POUR FONTES SYNTHÉTIQUES (FONDERIE DE NANTERRE)



AUTRE HALL DE FOURS ÉLECTRIQUES INSTALLÉS AUX USINES DE LIVET (ISÈRE)
On voit ici, rangés en une batterie, quatre fours de 2.000 kilowatts et un four de 2.500 kilowatts.

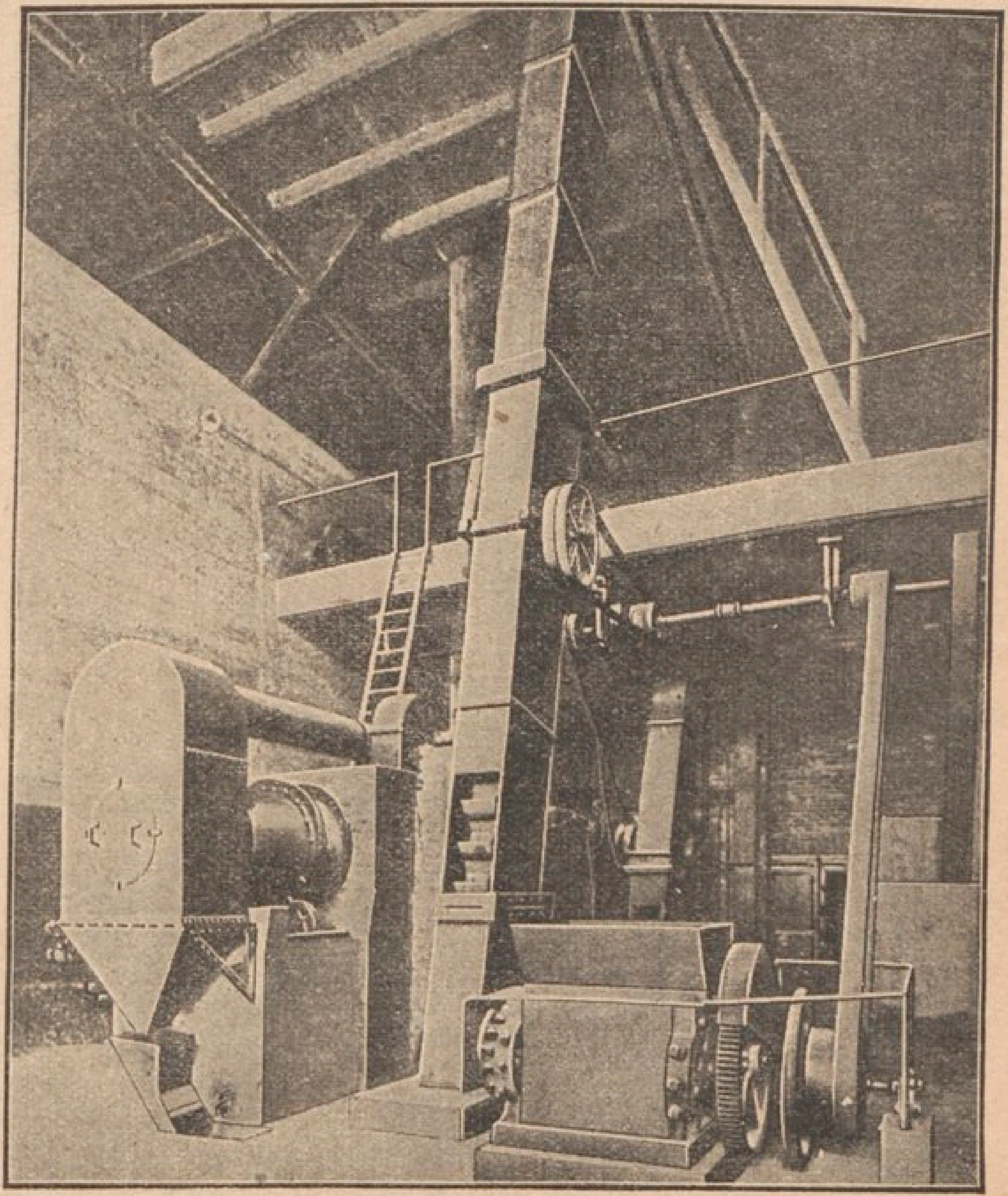
ouvrier spécialiste, car il suffit, pour obtenir d'une manière certaine un excellent résultat, de se conformer avec exactitude aux indications fournies par le laboratoire de chimie concernant l'analyse de tous les éléments qui entrent dans la composition du lit de fusion.

Le four électrique fonctionne en marche continue, constamment rempli par le lit de fusion. Les pertes correspondantes sont, par conséquent, très réduites, car la chaleur transmise par le foyer électrique, placé à une grande profondeur sous la charge, est en majeure partie utilisée pour l'échauffement des matières en traitement, ce qui permet d'obtenir une carburation préalable avant la fusion. C'est ainsi que la consommation d'énergie électrique a pu être abaissée jusqu'à 675 kilowatts-heure par tonne de fonte dans un four de 2.500 kilowatts pouvant fournir de 80 à 100 tonnes de bonne fonte synthétique par vingt-quatre heures.

Les dépenses d'entretien d'un semblable appareil, fonctionnant dans les conditions décrites ci-dessus, peuvent être considérées comme à peu près nulles, car, pendant une campagne de six mois, un des fours de l'usine électro-métallurgique de Livet (Isère) n'a donné lieu à aucune réparation de garnissage, de blindage ou autre. On s'est borné à refaire le garnissage lors de la mise hors feu imposée par la période des basses eaux.

Il y a donc un grand avantage à employer ce procédé de recarburation fondé sur le contact à haute température entre le métal solide ou pâteux et le charbon solide, au lieu de chercher à obtenir la fonte par une carburation lente du métal préalablement fondu, provoquée par un contact, toujours difficile à réaliser, entre le bain et le charbon.

On ne consommera ainsi que six kilogrammes d'électrodes de bonne qualité par tonne de fonte synthétique produite. La consommation correspondante de tournures d'acier non oxydées, qui est de 1.050 kilogrammes par tonne de fonte, s'élève à plus de 1.100 kilogrammes quand les tournures sont moyennement oxydées. Quand on part de déchets courants provenant de projectiles éclatés et d'aciers ordinaires, on brûle 80 kilogrammes de coke à 80 % de carbone fixe pour obtenir 1.000 kilogrammes d'une fonte extrêmement résistante, contenant en moyenne 3 % de carbone et 1,75 de silicium.



SÉCHEUR ROTATIF POUR LE COKE DE CARBURATION

Vue photographique prise pendant la guerre à la Fonderie nationale d'artillerie installée dans de vastes bâtiments à Nanterre (Seine).

Si l'on considère un four électrique capable de produire une centaine de tonnes de fonte par jour, muni d'appareils mécaniques de manutention et de chargement, on peut fixer à vingt-quatre le nombre d'hommes nécessaire et suffisant pour assurer la bonne marche de la fabrication. Quinze de ces ouvriers s'occupent de la préparation du lit de fusion, ainsi que du chargement et du réglage du four. La coulée et la mise sur

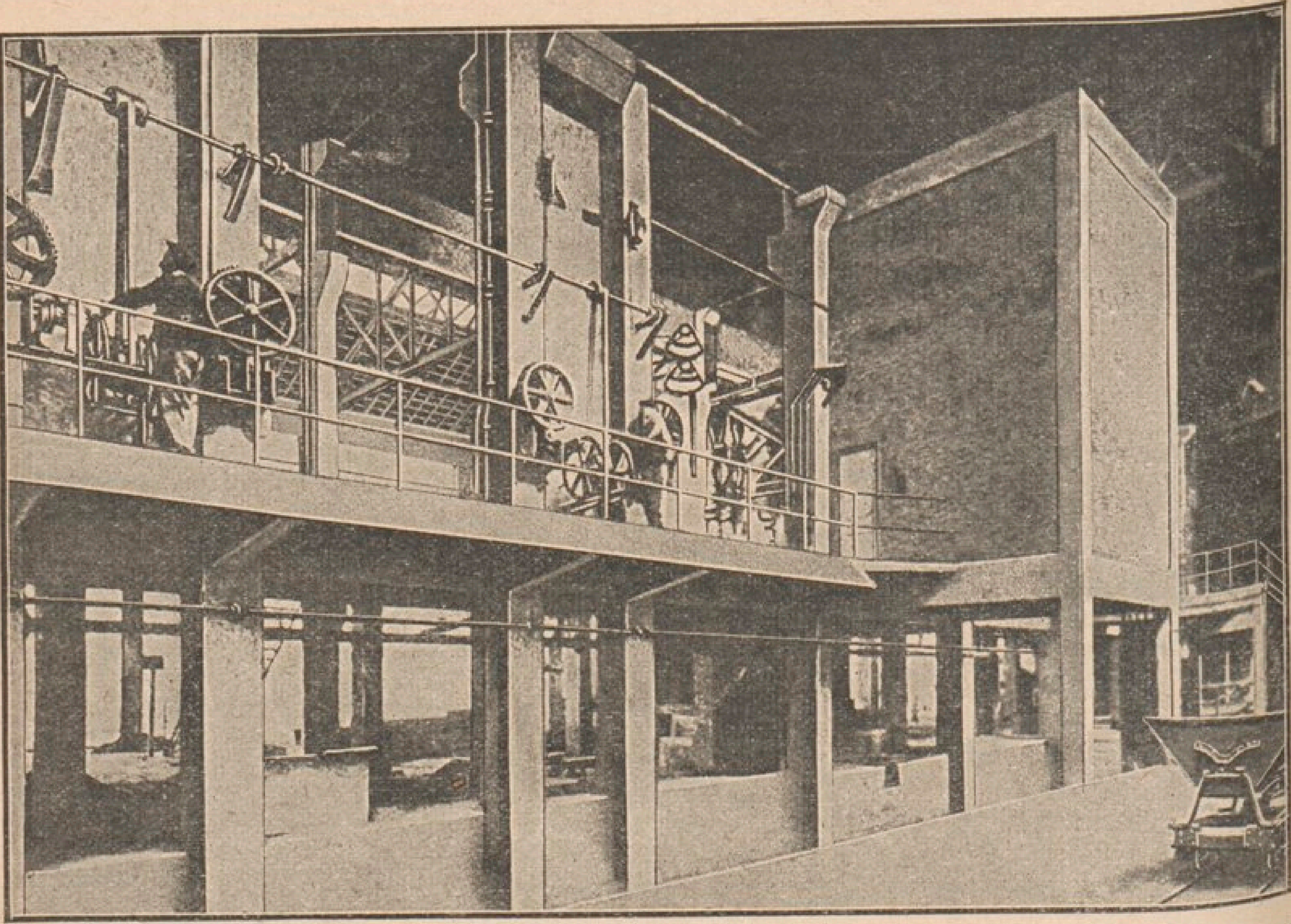
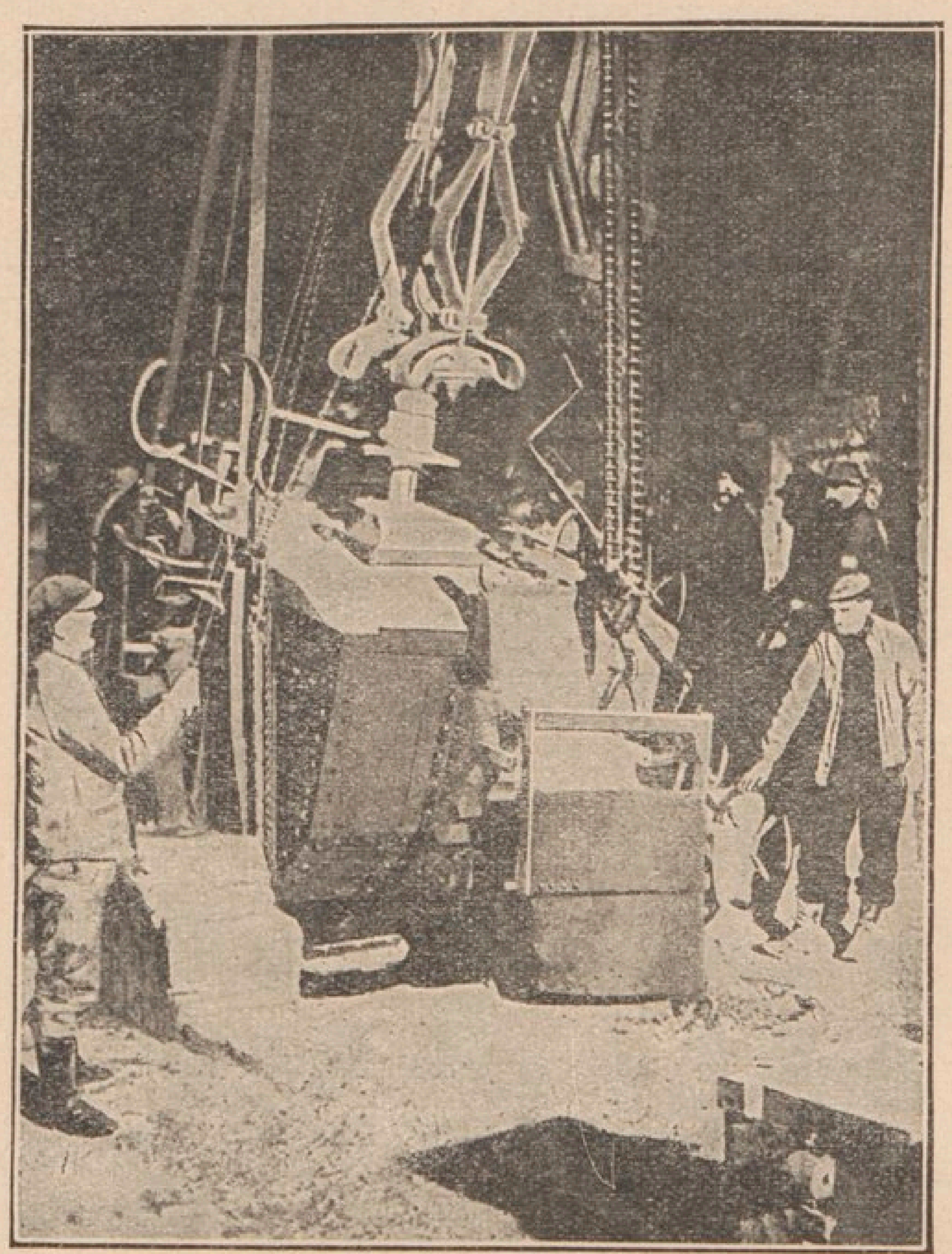


PLATE-FORME ET TREUILS POUR LE RÉGLAGE DES ÉLECTRODES (FONDERIE DE NANTERRE)

CHANTIERS DE COULÉE DE LA FONTE SYNTHÉTIQUE (FONDERIE DE NANTERRE)

wagons de la fonte produite exigent une équipe de sept hommes, tandis que deux autres veillent à la mise sur parc au moyen d'appareils de levage et de transbordeurs.

L'emploi de la méthode de fabrication qui vient d'être exposée a permis de fournir aux usines à projectiles de grandes quantités d'un métal qui répondait parfaitement à leurs besoins. Nous signalerons en passant que, pour obtenir un bon résultat, il faut opérer avec soin et ne pas chercher à fabriquer de la fonte synthétique en recarburant n'importe quelles tournures dans n'importe quel four sans observer les règles fondamentales du procédé. Cette erreur a été commise pendant la guerre par un certain nombre d'industriels étrangers qui ont pensé pouvoir gagner ainsi beaucoup d'argent en appliquant sans méthode un procédé qui leur semblait encore plus simple à employer qu'il ne l'est réellement. Ces fontes n'ont d'ailleurs que la réputation qu'elles méritaient. Elles ne doivent pas en tout cas, compromettre celles qui résultent d'une fabrication rationnelle basée sur la méthode ci-dessus.



COULÉE DE FONTE SYNTHÉTIQUE POUR LA FABRICATION DES OBUS DE 400 MILLIMÈTRES

Les grandes usines françaises qui ont acheté en 1918 plus de 68.000 tonnes de fonte synthétique aux fonderies électriques de Livet, peuvent attester la parfaite qualité du métal qui leur a été livré par cette firme.

Pour les fabrications de la défense nationale, on pouvait se contenter de fontes présentant une pureté en phosphore correspondant à celle des déchets d'aciers provenant des projectiles ramassés sur les divers fronts.

Aujourd'hui, la situation est modifiée. Les tournures d'acier dont on dispose ont, de plus en plus, des origines multiples et ne présentent plus les mêmes garanties, de sorte que leur déphosphoration soignée est indispensable si l'on veut obtenir des fontes de qualité supérieure. On a donc complété à Livet le procédé de transformation des tournures qui comporte, tel qu'on l'applique actuellement, deux opérations au lieu d'une seule.

Dans la première phase, on fond les déchets d'acier en présence d'une faible quantité de carbone et d'une scorie basique oxydante. On réalise ainsi une carburation dite « critique », que l'on s'efforce d'obtenir aussi élevée que possible afin d'abaisser la température de travail, de faciliter la coulée tout en provoquant la déphosphoration. Une teneur en carbone égale, ou tout au moins légèrement supérieure à 1 %, assure ce résultat. Ce métal de première phase, qui est déphosphoré, contient de faibles teneurs de silicium et de manganèse. On le coule en petits lingots que l'on refond dans un four électrique ouvert après y avoir introduit le carbone d'addition nécessaire ainsi qu'un laitier de désulfuration composé de matières très pauvres en phosphore. Un autre procédé consiste à transvaser le métal de première phase dans un second four du type à voûte sur une couche d'anthracite, afin de provoquer ainsi la recarburation recherchée.

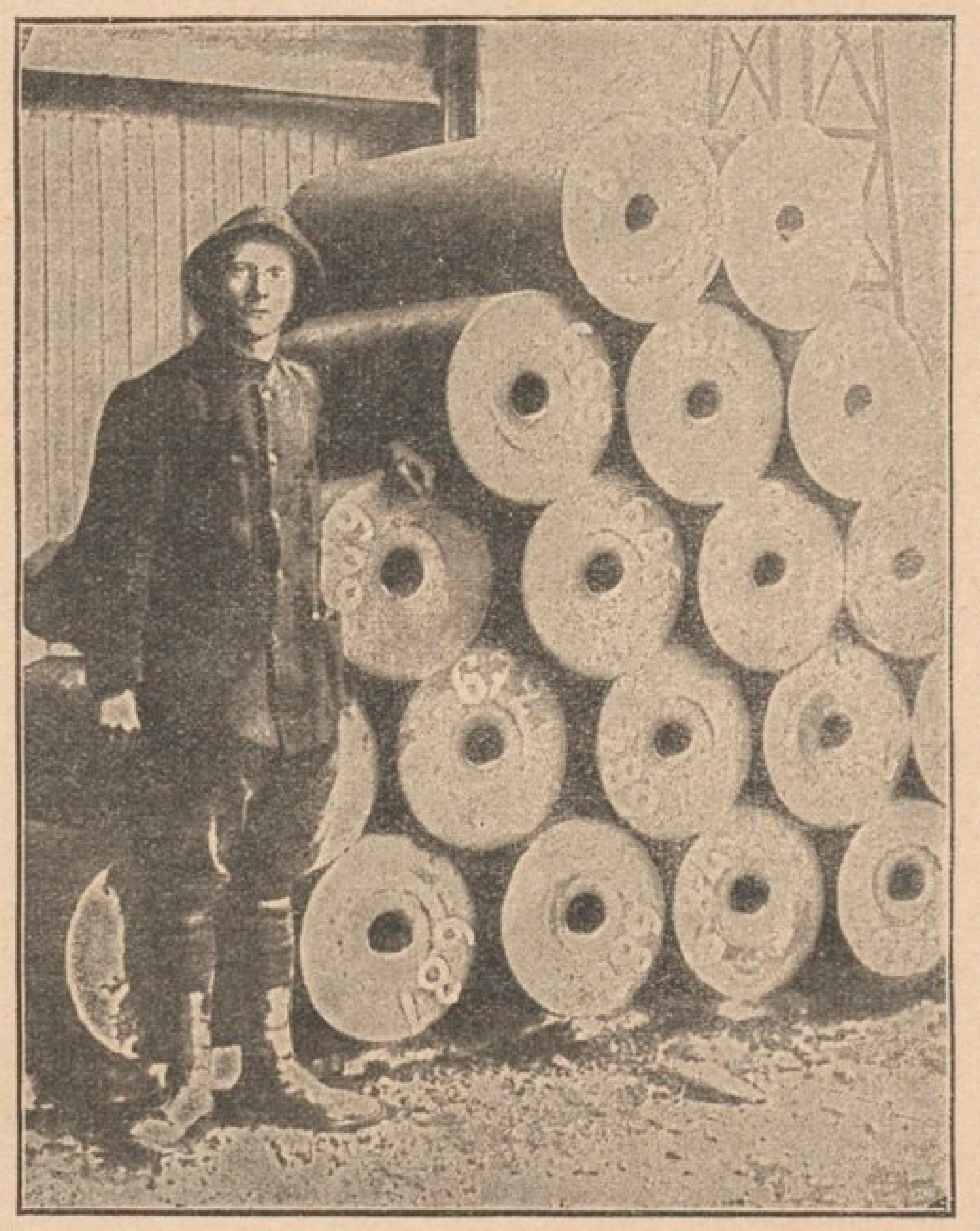
On obtient une fonte synthétique exactement dosée en silicium et en manganèse en ajoutant, comme d'habitude, l'oxyde et le

carbone spécial de réduction correspondant.

Cette manière de procéder augmente légèrement les frais de fabrication dans la première phase et nécessite dans la seconde des dépenses de transformation égales à celles qu'occasionne la production de la fonte synthétique ordinaire. Les deux opérations absorbent environ 1.500 kilowatts-heure. Ce supplément de frais est compensé par la valeur plus grande que confèrent à la fonte synthétique ainsi traitée son extrême pureté en phosphore et en soufre ainsi que son dosage précis en silicium et en manganèse. Ce produit peut donc faire victorieusement concurrence aux fontes importées dénommées « fontes suédoises ».

On peut envisager également la fabrication au four électrique de la fonte malléable, ainsi que des fontes spéciales avec additions particulières de métaux (nickel, chrome, etc.)

Une production importante de fonte synthétique a été assurée pendant la guerre par les usines installées à Livet, à Nanterre et à Limoges sous le contrôle de la Société des Etablissements Keller & Leleux. Le centre de Livet transforma une partie de sa production en obus de 400, 240 et 220 mm.



OBUS BRUTS DE 400 MILLIMÈTRES, EN FONTE SYNTHÉTIQUE OBTENUE AU FOUR ÉLECTRIQUE KELLER

Les usines hydro-électriques de Livet, alimentées par des chutes de 25.000 chevaux fournies par la Romanche, sont pourvues de batteries de fours Ch.-A. Keller, d'une puissance de 2.000 et de 2.500 kilowatts.

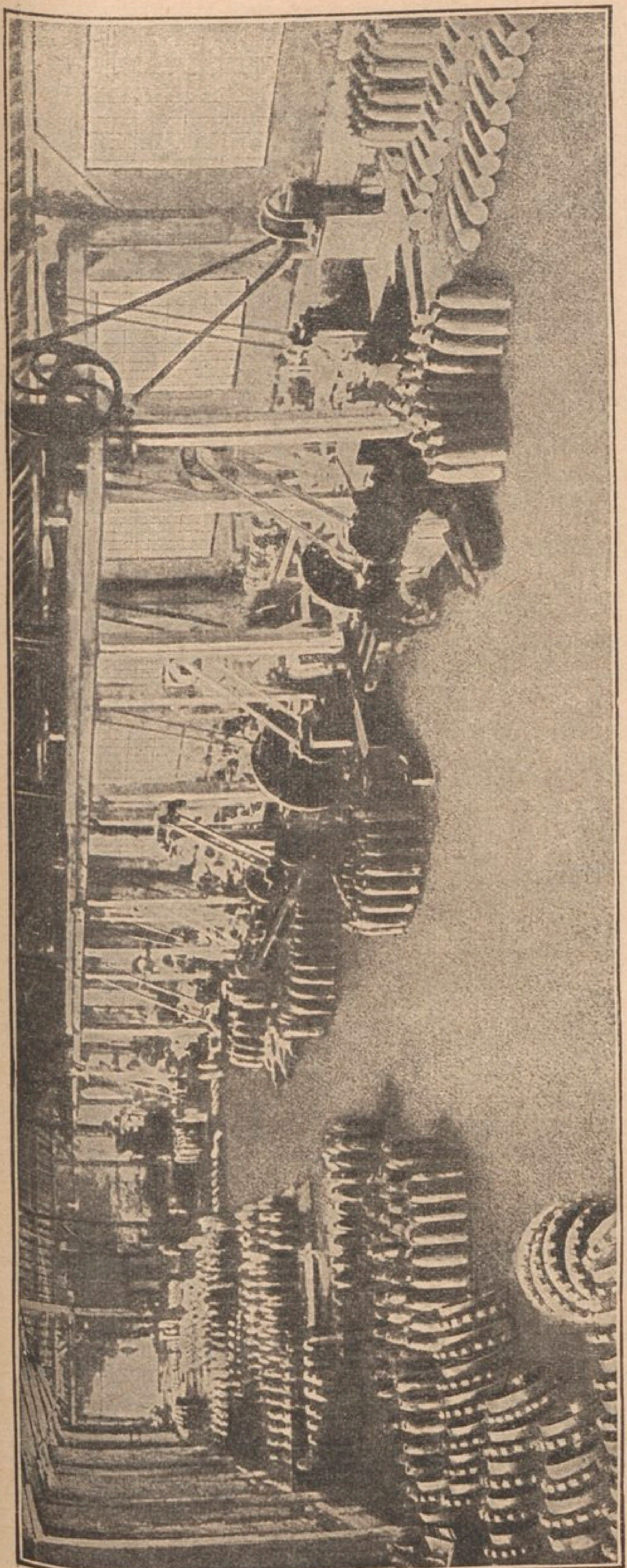
Cette utilisation métallurgique de la houille blanche est extrêmement intéressante mais on avait installé à Nanterre une fonderie nationale d'artillerie comportant aujourd'hui neuf fours de 1.650 kilowatts dont un de réserve, alimentés par le courant envoyé par les usines de l'Energie Electrique de la région parisienne et produisant 300 tonnes de fonte synthétique par jour au moyen de tournures d'acier provenant des ateliers fabriquant des obus. Cette fabrique était desservie à la fois par la Seine et par un embranchement soudé sur la ligne de Paris au Havre qui pouvait recevoir des trains de 40 wagons.

La construction, autorisée à la fin de 1916, fut terminée en cent quatre-vingt-deux jours de travail effectif et mise en marche le 3 juillet 1917. Le type de four employé consommait, par tonne de fonte produite, 1.133 kilogrammes de tournures d'acier, 90 kilogrammes de coke, 6 kilogrammes d'électrodes avec une dépense horaire de 815 kilowatts.

La surface couverte, de 15.000 mètres carrés, comporte trois corps de bâtiments dont le principal est constitué par trois halls parallèles de même longueur. Les fours électriques et les installations de chargement des wagons sont réunis dans un même hall que dessert un pont roulant électrique à grande portée.

Le service de la fabrication est décomposé en deux divisions. Chacune d'elles produit 150 tonnes par jour et possède un pont roulant électrique pour le déchargement des matières premières avec électro-aimant pour la manutention des tournures. Dans la salle des fours, la mise sur wagon de la fonte produite est bien assurée par un pont roulant.

Les tournures d'acier, emmagasinées pour le service courant aux deux extrémités du



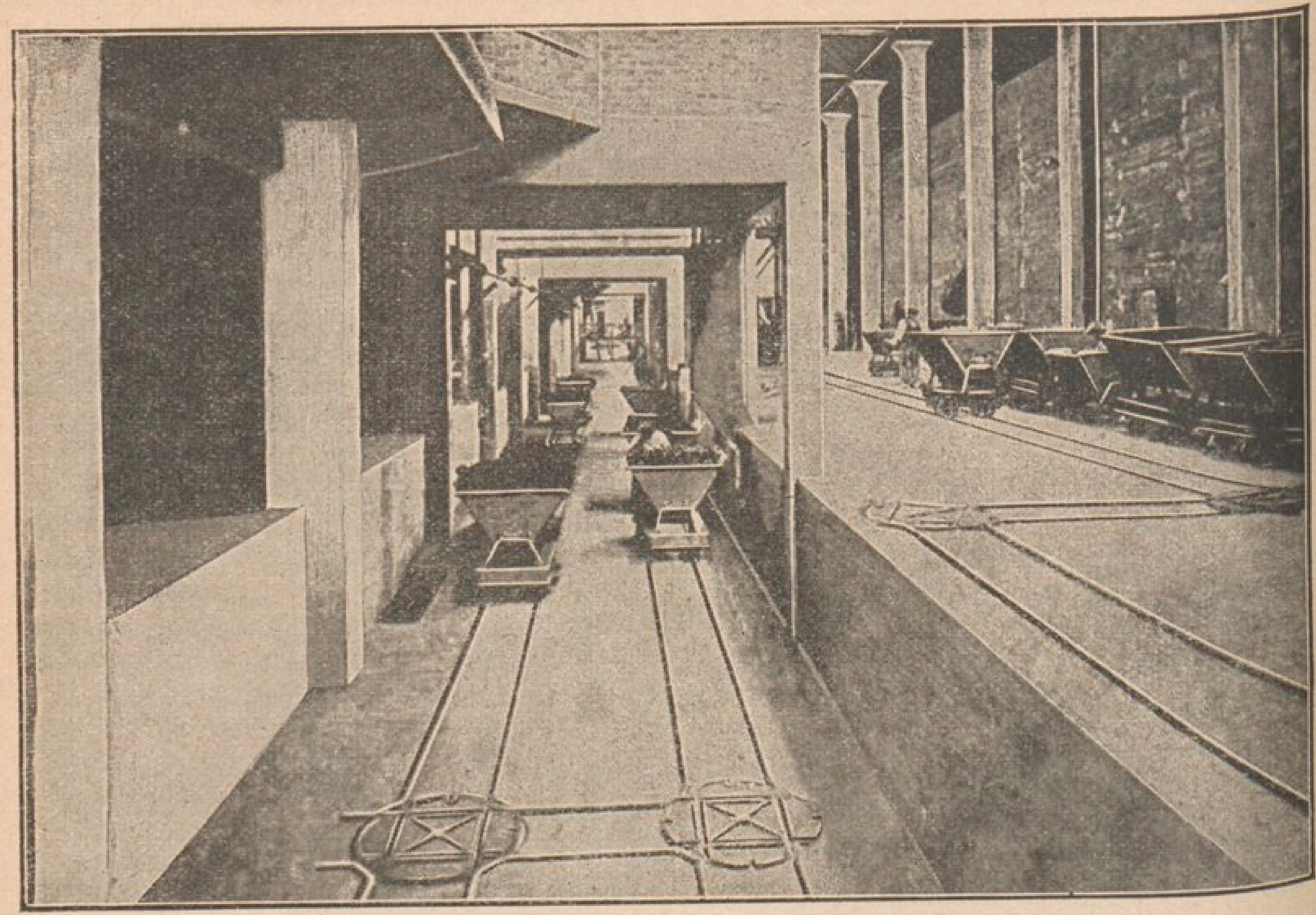
VUE GÉNÉRALE D'UN ATELIER D'USINAGE D'OBUS ET DE PIÈCES EXTRA-RÉSISTANTES AUX USINES DE LIVET

troisième hall, sont déversées au moyen d'un électro-aimant, dans des trémies intermédiaires en ciment armé, installées dans le grand hall spécial des lits de fusion.

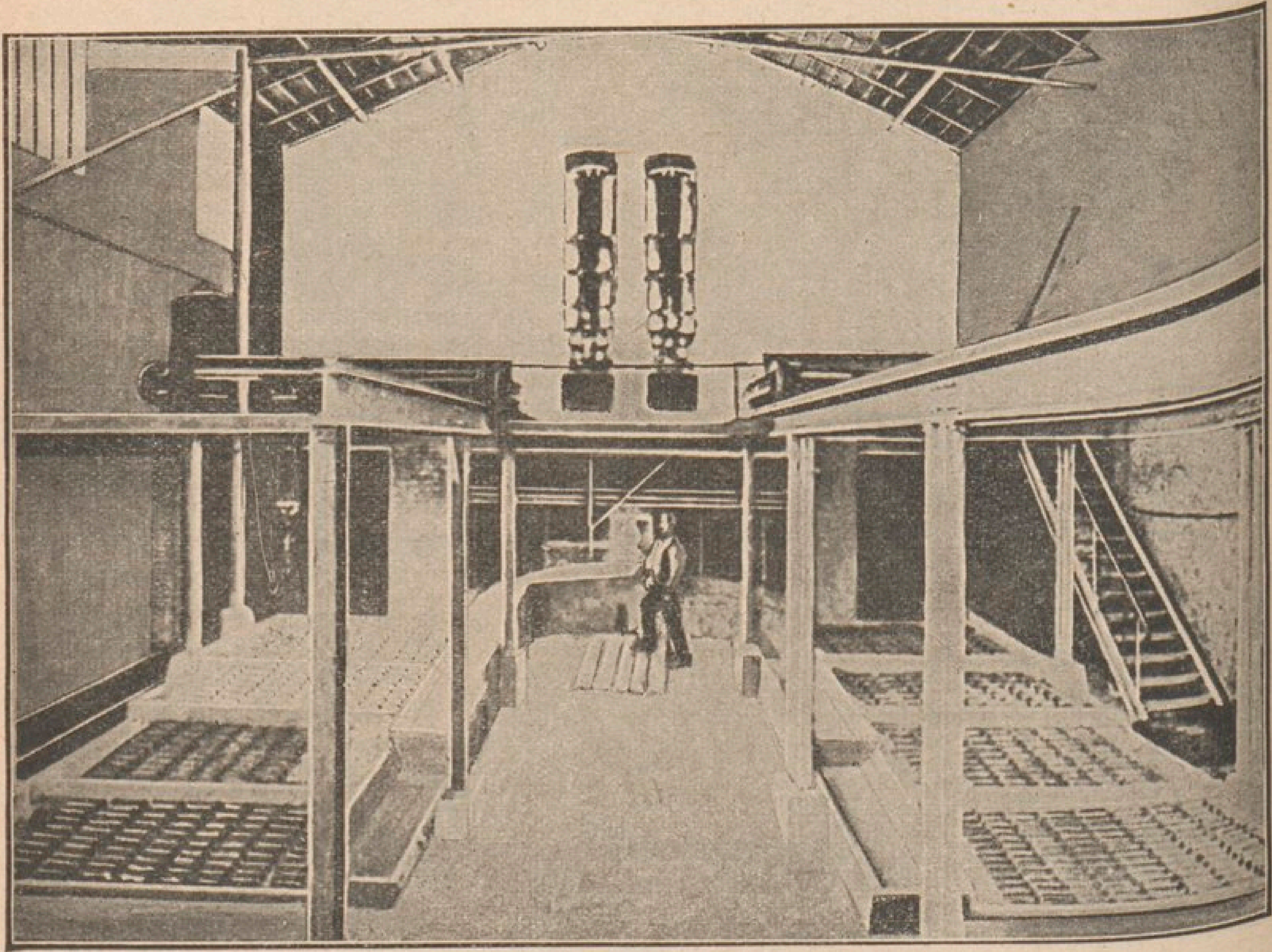
Le coke et les matières constituantes du laitier sont mis en stock dans la partie centrale du hall des matières premières. Après broyage à la sortie des wagons, on les remonte, par des élévateurs, dans de grandes trémies en ciment armé, munies d'orifices inférieurs, qui les distribuent dans des wagonnets de transport. Le coke employé pour la carburation passe du broyeur dans un sécheur à ventilation, qui ramène son degré d'humidité à moins de 1 %. Deux trémies sont toujours en service pour contenir le coke : l'une, remplie pour les prélèvements de la fabrication en cours, l'autre en remplissage alterné. Ce système permet de connaître exactement les teneurs en carbone fixe du coke en cours de consommation.

La salle des mélanges, adossée aux réserves de matières premières, comporte une fosse longitudinale au fond de laquelle circulent les wagonnets de transport que des monte-charges électriques élèvent jusqu'au niveau de la plate-forme des fours, chaque monte-charge desservant deux fours. Quand les wagonnets sont déversés, des glissoirs de fonte conduisent les matières premières autour des électrodes. Les transformateurs de courant sont enfermés dans des cabines placées au niveau de la plate-forme de chargement.

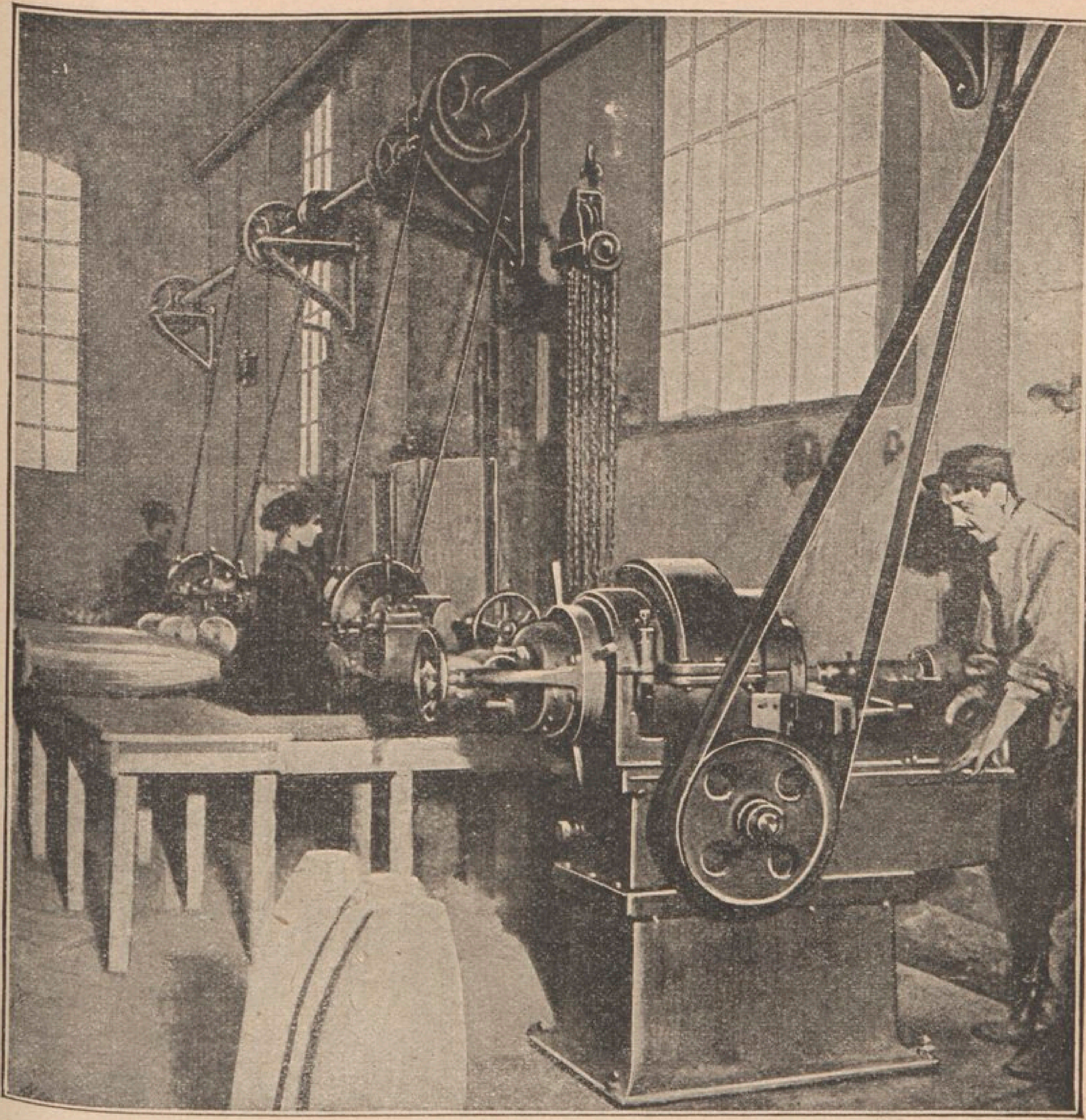
Les variations d'intensité du courant étant faibles, un surveillant placé dans un poste commandant deux fours à la fois peut effectuer à la main le réglage de ces derniers. La mise en place et l'enlèvement des électrodes



VOIES DE REPRISE DES LITS DE FUSION A LA FONDERIE NATIONALE DE NANTERRE



LE FOUR ÉLECTRIQUE ET LES CHANTIERS DE COULÉE DE L'USINE D'EYMOUTIERS



USINAGE DES OBUS DE 220 MILLIMÈTRES EN FONTE SYNTHÉTIQUE

ont aussi lieu par des moyens mécaniques.

L'usine renferme aussi des ateliers de fabrication des électrodes et de réparations. Une fosse à tournures, longue de 150 mètres. est desservie par un pont roulant électrique.

La main-d'œuvre était constituée par des prisonniers de guerre et par des manœuvres mobilisés, logés et nourris dans l'usine même.

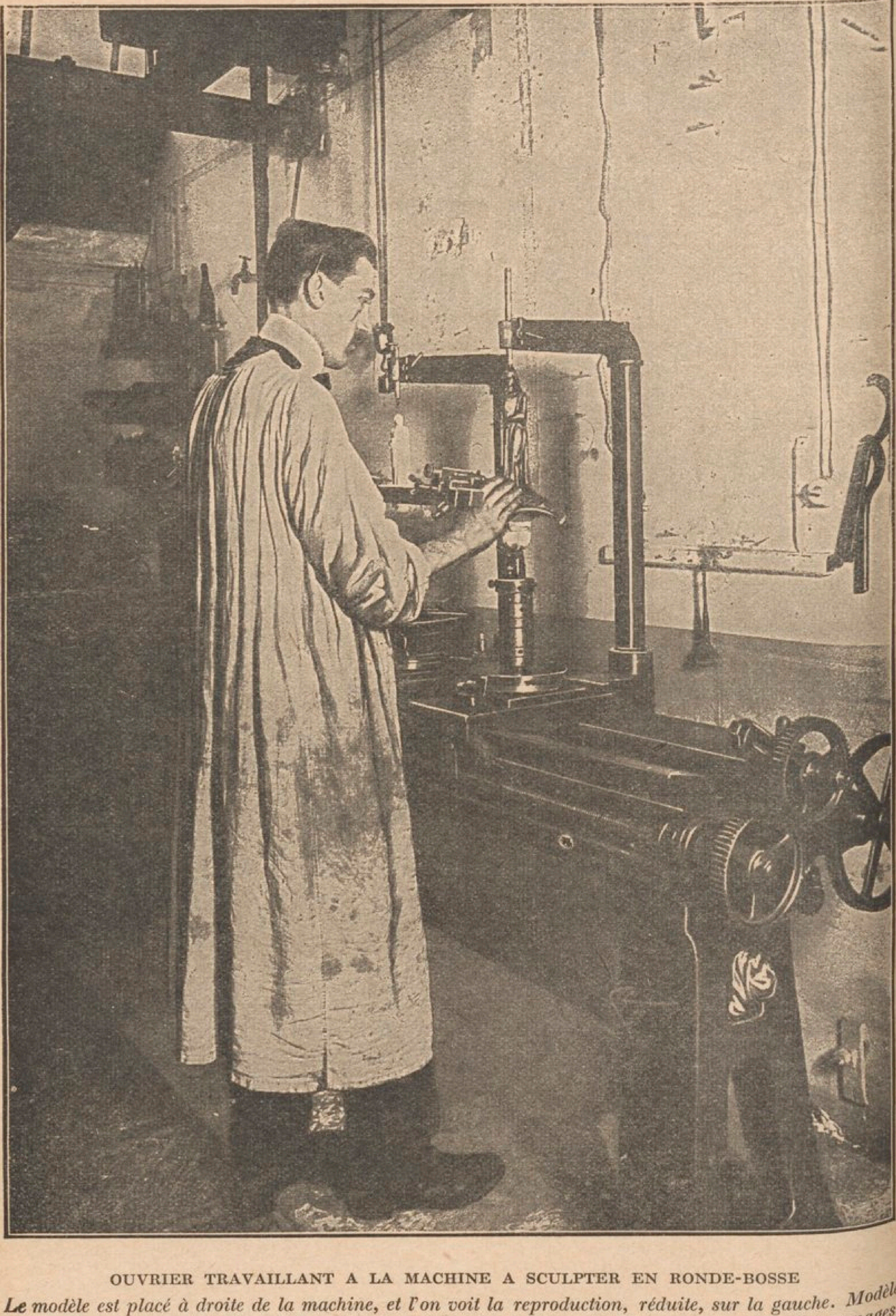
Pour assurer une nouvelle fabrication urgente, la puissance de l'usine de Nanterre avait été portée à 15.000 kilowatts utilisés dans neuf fours monophasés de 1.650 kilowatts, montés dans un hall de 175 mètres.

En utilisant les excédents d'énergie des centrales électriques alimentant les chemins de fer départementaux de la Haute-Vienne et la ligne de Perpignan à Bourg-Madame, on a pu créer, à Eymoutiers et à Villefranche-de-Conflent, deux fabriques de fonte synthétique avec fours de 1.000 kilowatts.

L'élaboration de la fonte synthétique, qui a rendu de grands services à la défense nationale, a donc aussi devant elle un grand avenir pendant la paix et concourra à faciliter grandement la production de métaux purs destinés à la fabrication d'outillages et d'appareils de tous genres.

CH.-ALBERT KELLER.

Cette brève étude remonte à la date où M. Keller fit à l'Association de l'Industrie Minérale sa communication sur les fontes synthétiques (24 octobre 1918).



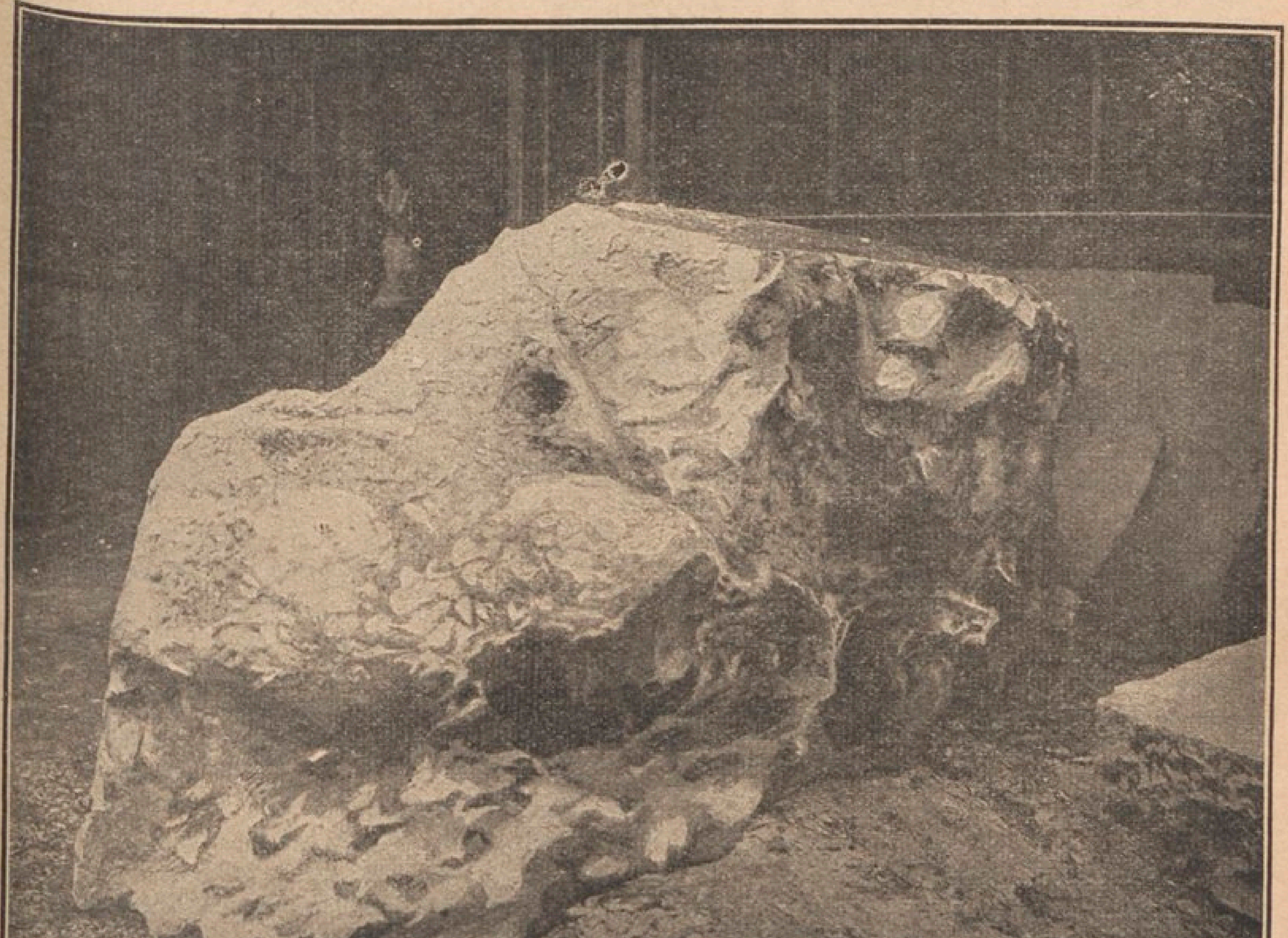
OUVRIER TRAVAILLANT A LA MACHINE A SCULPTER EN RONDE-BOSSE

Le modèle est placé à droite de la machine, et l'on voit la reproduction, réduite, sur la gauche. Modèle et bloc à sculpter sont fixés sur des plateaux tournants rendus solidaires par une série d'engrenages. Ce travail s'exécute à peu près de la même manière que la gravure mécanique des médailles. *(Voir le précédent numéro de* La Science et la Vie, *page 207).*

INTELLIGEMMENT CONDUITE, C'EST SOUVENT LA MACHINE QUI RÉALISE L'ŒUVRE DU SCULPTEUR

Par Clément **CASCIANI**

C'EST une croyance populaire, accréditée souvent par des écrivains peu avertis, que les sculpteurs s'attaquent directement à la pierre ou au marbre quand ils veulent faire une statue. Qui n'a lu, en effet, des phrases dans ce genre : « la main modèle le marbre » ; « la main donne au marbre le frémissement de la vie », etc. Il se peut, il est vrai, que, comme on le dit de Michel-Ange et de quelques autres grands artistes de l'antiquité et de la Renaissance, ils aient parfois ébauché directement dans le marbre le sujet qu'ils avaient conçu ; mais il n'y a que des maîtres unissant, comme ceux-là, une science consommée à une fougue extrême, qui pouvaient se permettre de pareilles audaces. L'exécution d'une statue de pierre ou de marbre, comme de celle destinée à être coulée en bronze, doit être précédée d'un modèle en argile ou en cire, qui est proprement l'œuvre originale du sculpteur et dont la statue n'est que la copie faite par des moyens mécaniques. Ces modèles originaux sont moulés en plâtre,



BLOC DE MARBRE BLANC DE CARRARE, A L'ÉTAT BRUT, PESANT 11.000 KILOS

De cette masse informe, grâce au travail patient et minutieux des praticiens, sortira une œuvre exquise.

d'abord en creux, puis en relief et c'est sur ce relief que se fait la « mise au point » qui doit guider le praticien dans sa tâche.

Le choix de la matière n'est pas indifférent pour l'exécution d'une statue : si le bronze convient mieux aux représentations guerrières ou politiques, on choisira la pierre pour les figures devant avoir un caractère simple et grave, religieux ou rustique, et le marbre pour les sujets délicats, mièvres et poétiques.

Quand le bloc de marbre a été choisi, de grandeur et de forme appropriées au modèle, la première opération de l'ouvrier est l'épannelage qui consiste, à l'aide d'outils nommés pointes et têtus, à dégrossir le marbre pour en séparer les parties inutiles et lui faire présenter la première forme extérieure. L'épannelage se pratique souvent à la carrière même, d'après des mesures fournies à l'avance, afin de réduire les frais de transport du bloc. Puis, le *metteur au point*, après avoir placé le marbre à côté du modèle, divise mentalement la figure en plusieurs grandes parties et détermine sur les points saillants correspondant à l'axe du sujet et formant le sommet de chacune de ces parties, des indications qu'on nomme *points de répère*, lesquels déterminent les creux, les reliefs, les saillies, soit le dessin complet de la statue. Ces points une fois tracés, il prenait jadis (avant l'invention de la « machine » à mise au point), avec un compas à trois branches généralement courbées, la distance qu'il y avait entre eux et il la reportait et la marquait sur le bloc, répétant constamment les mêmes opérations et enlevant au ciseau tout ce qui excédait les reliefs indiqués par les points-repères.

DÉGROSSISSAGE DU BLOC ÉPANNELÉ

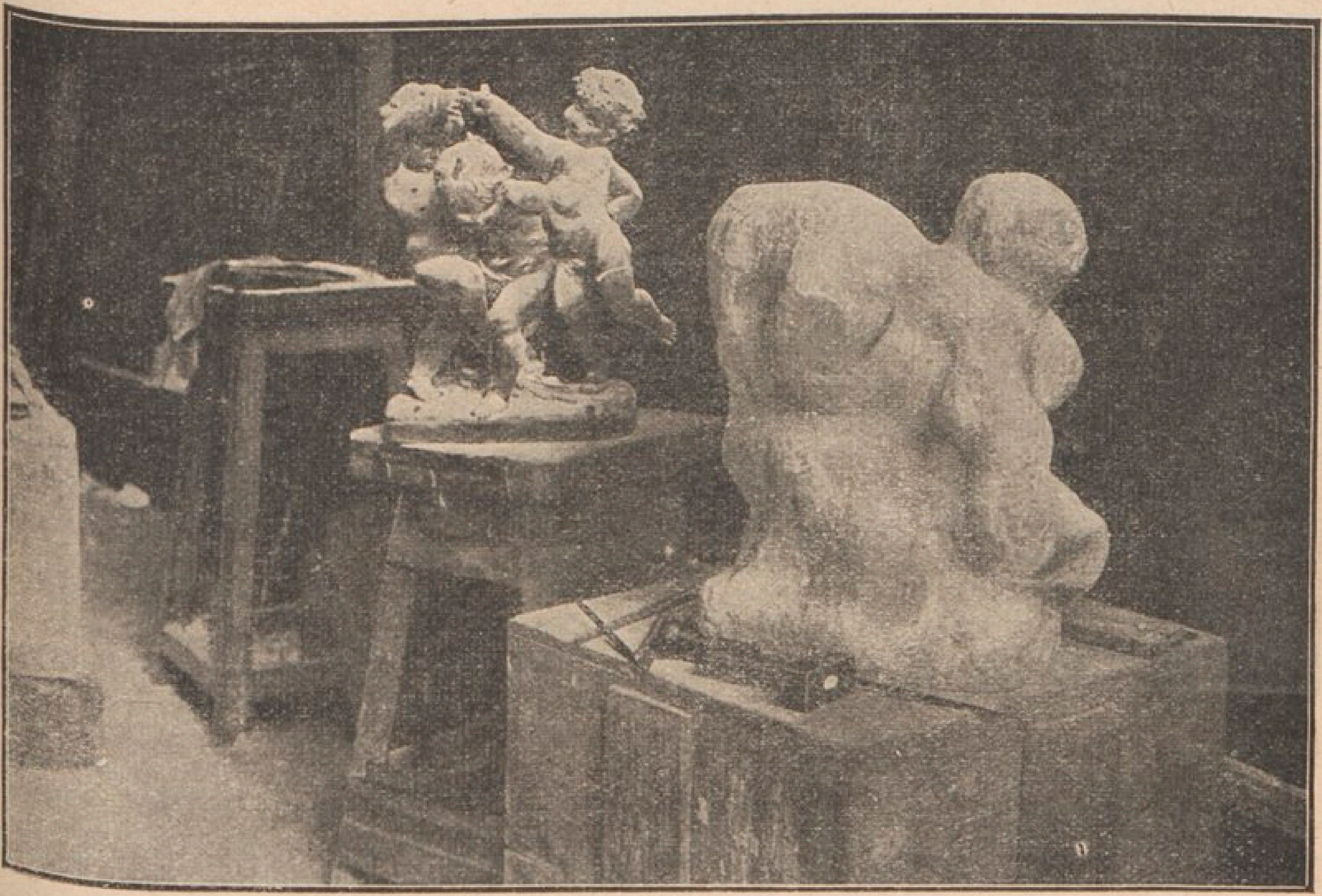
Le modèle, que l'on voit à droite, porte de nombreux petits clous fichés dans le plâtre, sur toutes les saillies, et formant les « points intermédiaires ». Le praticien, après avoir reporté un ou plusieurs de ces points sur le bloc à l'aide de la machine à mise au point, un compas fixé sur le bloc par ses trois pointes, qui pénètrent dans les cavités des trois « points cardinaux », enlève à coups de ciseau le marbre en excès.

Si le modèle devait être agrandi, il reportait ses mesures sur une règle et les multipliait autant de fois que l'ouvrage à exécuter devait contenir les dimensions du projet ; puis, reprenant de nouveau sur la règle où il avait opéré cette multiplication la mesure qui en résultait, il en fixait l'indication sur le bloc. Si le modèle devait être réduit, il exécutait l'opération contraire.

Ensuite, il appliquait une règle pliante sur le modèle en tenant chaque bout posé sur un des points de repère et de manière à se rendre un compte très exact de la ligne principale dans laquelle était enfermé le contour ; quand cette ligne était ainsi déterminée, le praticien dégrossissait, c'est-à-dire qu'il taillait le marbre en lui donnant la forme élémentaire du sujet, celle dans laquelle étaient inscrits ses masses principales et ses contours. Il vérifiait ensuite, avec le

compas, sa première opération, pour s'assurer que les points de repère correspondaient fidèlement et que le relief était semblable ou qu'il contenait les mêmes proportions. Ces points étaient gardés jusqu'à la fin du travail car ils servaient à contrôler la justesse des autres points dits de détail, et on réservait pour chacun d'eux, en taillant le bloc, un petit cône d'un centimètre qui les soutenait.

Mais ce compas à trois branches courbes est abandonné aujourd'hui comme étant d'un emploi incommode et trop lent, et les noix *E* à double vis ; l'une de celles-ci arrête ladite branche sur le tube *A B*, l'autre permet de l'allonger et de la raccourcir. En haut de cette branche est une autre noix *O* dont la pointe de compas *O'* est recourbée à angle droit. L'autre partie de la machine, qui peut se fixer en un point quelconque de la branche mobile *C D*, est une sorte de règle *K L* terminée à une de ses extrémités par une branche articulée qui porte une longue pointe mobile *P V* que l'on peut caler par la pression. La pointe *P* peut occuper toutes



BLOC DE MARBRE SOMMAIREMENT DÉGROSSI POUR LA RÉALISATION D'UN GROUPE, « BACCHUS ENFANT », DONT ON VOIT LE MODÈLE EN PLATRE A GAUCHE

Dans cette ébauche grossière on reconnaîtrait difficilement le modèle à reproduire, mais celui-ci y est entièrement contenu, ou inscrit, dans ses contours, et le travail ultérieur du praticien le dégagera.

mesures qu'il donnait n'étaient pas toujours bien exactes. Il est remplacé par la « machine » à mise au point, que l'on appelle aussi parfois, simplement, compas. C'est un instrument composé de deux parties pouvant se réunir et se séparer ; l'une se compose d'un *T* renversé en cuivre creux, formé d'un tube *A B* muni de deux noix *M N* (une vers chacune de ses extrémités) dans lesquelles peuvent se mouvoir, en divers sens, deux longues tiges dites pointes de compas *M' N'*. Entre ces noix, la branche mobile verticale *C D* du *T* renversé, se déplace, suivant les besoins, à l'aide d'une les positions au moyen des deux noix *F* et *G* mobiles sur la tige *K L*, qui se meut elle-même sur la branche *C D* et des deux genoux *R S*. Cette pointe est le chercheur-mesureur des « points intermédiaires ».

Pour se servir de l'appareil, on choisit d'abord sur le modèle en plâtre un certain nombre de points sur les principales saillies, deux à la base, par exemple, et un au sommet. On y fixe une petite pièce en cuivre, un rivet de chaudronnier dans lequel on pratique une petite cavité pour y loger la pointe du compas. On répète sur le marbre, en maintenant rigoureusement la même

STATUE DE « DIANE CHASSERESSE » EN COURS DE DÉGROSSISSAGE ET D'ÉBAUCHAGE

La « machine », après avoir pris sur le modèle la mesure d'un point à l'aide de la quatrième pointe de compas de la branche mobile, et toutes les vis des noix étant bien serrées pour la conserver exactement, cette mesure est reportée sur le bloc.

distance entre ces trois points, une opération analogue à l'aide de la « machine ». Pour cela, on pose la pointe supérieure (qui est recourbée vers le bas) dans la petite cavité du rivet fixé au sommet, on règle les deux autres pointes pour qu'elles coïncident avec les deux autres cavités des rivets inférieurs ; on transporte le *T* sur le marbre et l'on y marque, à la surface, les trois points indiqués par les pointes du compas ; puis, ajustant la réglette sur le *T*, on la reporte sur le plâtre et on manie la pointe mobile *P* jusqu'à ce qu'elle vienne toucher une des saillies de la statue ; là, on marque un point au crayon et on fixe la pointe avec la vis. La « machine », toute montée et toutes ses vis étant serrées, est alors transportée sur les trois points du bloc de marbre. On constate que la pointe mobile *P* se trouve trop longue et on enlève du marbre avec la gradime ou le ciseau poussés au maillet jusqu'à ce que la pointe soit près de reposer à la surface du bloc, les pointes *M'N'O'* se retrouvant respectivement dans les points de repère correspondants. Alors, avec une pointe manœuvrée à la main, on creuse un petit trou juste assez profond pour que la pointe s'y loge exactement. Le point pris sur le plâtre se trouve ainsi reporté sur le marbre avec une rigoureuse précision. Pour l'exactitude de la reproduction, il est bon de multiplier les principaux points de repère, dits *points cardinaux ;* ils restent sur le marbre jusqu'à l'achèvement du travail et ne disparaissent que lorsque la mise au point des parties intermédiaires est complètement terminée.

Pour faciliter l'enlèvement du marbre aux points intermédiaires, pris au moyen de la pointe *P*, celle-ci peut glisser en arrière dans les trous *X Y*, la vis *T*, toujours serrée autour de la tige et reculant avec elle jusqu'à ce qu'on ait abattu le marbre qui empêchait le point *P* de prendre sa position, ce qui arrive quand la vis *T* peut être appliquée à nouveau sur le côté *Y*. On répète cette opération un grand nombre de fois, abattant ainsi de proche en proche le marbre en excès, et on arrive ainsi à obtenir une statue rugueuse encore et toute piquetée de petits trous sur laquelle restent en saillie trois protubérances (ou davantage) qui ont la hauteur des trois petites pièces en cuivre ou rivets creusés d'un petit trou fichés dans le plâtre. La quantité de points intermédiaires tracés sur le bloc de marbre est telle qu'il n'y a pas dans tout l'ouvrage un carré de $0^{m}04$ qui n'en contienne au moins un.

On voit quelle précision et quel soin il faut apporter dans ce travail pour que la concordance entre cette multitude de points soit toujours réalisée. Sous sa forme la plus élémentaire et la plus saisissable, l'opération de la mise au point n'est autre chose, en définitive, qu'une suite de problèmes de géométrie résolus mécaniquement.

L'habileté du metteur au point consiste

STATUE PRÉSENTANT TROIS PHASES IMPORTANTES DU TRAVAIL DE RÉALISATION

L'œuvre n'est pas éloignée d'être complètement terminée : le dégrossissage des jambes est achevé ; les draperies, le haut du corps et la tête ont atteint un degré d'ébauchage très avancé ; les bras nus sont « préparés » pour la dernière opération, le finissage.

à savoir placer les points sur le modèle, de telle sorte que chacun d'eux indique la partie la plus saillante d'un relief ou la plus profonde d'un creux et que tous concourent à la détermination des contours divers qui se croisent en chaque point. C'est à l'aide de clous fichés dans le plâtre que ces points intermédiaires sont indiqués sur le modèle (Voir la photo, page 506).

Disons enfin que des soutiens ont été réservés dans la masse pour maintenir les membres ou les pans de draperies nettement détachés du bloc et qu'on ne doit, sous peine de rupture, achever d'isoler qu'avec de grandes et infinies précautions. Le travail tout mécanique du metteur au point est alors achevé.

Celui du praticien consiste à abattre les saillies inutiles et à égaliser prudemment le marbre réservé entre les points ; c'est une tâche qui demande une connaissance assez grande du modelé.

Cette mise au point est susceptible de créer des œuvres parfaites ; elle est toujours employée pour les travaux soignés, mais elle demande un temps fort long et l'emploi de spécialistes très habiles dans leur profession. Elle est, par conséquent, assez coûteuse. Il n'est donc pas étonnant qu'on ait, depuis longtemps, cherché à la remplacer par le travail à la machine, plus expéditif, et qui peut être fait par un ouvrier ne possédant pas des connaissances spéciales extrêmement développées.

Après diverses tentatives plus ou moins heureuses, on y est pleinement arrivé, au moins pour les travaux ordinaires, et, aujourd'hui, il existe des machines à sculpter qui exécutent automatiquement, et avec célérité, ce travail du metteur au point et du praticien dont nous venons de donner la description. Il y en a même qui peuvent reproduire en même temps, et très correctement, plusieurs exemplaires du modèle donné.

Nous allons, dans les lignes qui suivent, en dire quelques mots, trop brefs, hélas!

Ces machines ont été imaginées au cours du siècle dernier et elles ne furent d'abord qu'un perfectionnement de l'ancien tour à portrait, inventé antérieurement par Hulot, mais qui ne pouvait être utilisé que pour la sculpture en bas-relief. La première, qui donna d'assez bons résultats, paraît avoir été celle qui fut construite par Sauvage. Elle consistait en deux plateaux montés horizontalement, dont l'un recevait le modèle et l'autre le bloc de matière destiné à devenir la copie du premier. Ils étaient commandés simultanément par trois roues d'engrenage : deux d'entre elles étaient rapportées sur leur axe respectif et l'autre servait d'intermédiaire, de façon que les plateaux pouvaient tourner sur eux-mêmes et dans le même sens en décrivant ensemble des angles égaux. Sur la même ligne que les plateaux, on avait disposé un support qui servait de point fixe de rotation à un véritable pantographe, muni de deux

branches articulées terminées, l'une par une touche, l'autre par une pointe plus ou moins mousse. La touche, suivant exactement les saillies du modèle contre lequel elle s'appuyait constamment, servait de guide et la pointe permettait de les reproduire en les réduisant ou en les amplifiant, suivant les dispositions adoptées. Mais celle-ci ne pouvait pas travailler la matière dure et, dans ce cas, elle ne pouvait servir qu'à vérifier les contours. Cette première machine n'était donc applicable qu'aux copies en corps mous, tels que le plâtre frais, la terre glaise ou la cire.

Elle ne tarda pas à être considérablement améliorée et elle permit d'obtenir des réductions de ronde-bosse, avec une grande perfection, dans le marbre ou dans la pierre dure.

La machine de M. Collas, par exemple, copiait tous modèles en pierre, en marbre, en ivoire, etc. Elle pouvait servir pour les bas-reliefs aussi bien que pour la ronde-bosse, et, établie suivant les principes décrits plus haut, elle se faisait remarquer par les combinaisons particulières, très ingénieuses, de tous ses organes qui permettaient d'arriver à une très grande délicatesse dans le fini d'exécution des objets reproduits. Ce fut elle qui fournit alors les plus heureux, les plus beaux résultats.

Vers la même époque, M. Dutel construisit également une machine à sculpter les corps durs, particulièrement le marbre, dans laquelle la pointe, ou *outil de travail*, était constituée par une fraise animée d'une grande vitesse de rotation ; elle était soumise, dans sa translation, à un système de parallélogramme mobile mis en rapport, à main d'homme, avec le modèle par une touche mousse, comme dans l'ancien tour à portrait. Le modèle et la copie obéissaient simultanément à un mouvement de rotation lent qui venait présenter successivement à la touche et à la fraise tous les points de leurs surfaces. La sculpture ne sortait de la machine qu'à l'état d'ébauche, mais d'une précision suffisante, quant aux masses.

GROUPE COMPLÈTEMENT TERMINÉ (A DROITE) ET STATUE EN VOIE D'ACHÈVEMENT (A GAUCHE)

La statue est « préparée » dans sa partie inférieure et terminée dans sa partie supérieure. Les trois saillies, creusées d'une petite cavité, des trois « points cardinaux » (deux en bas, un peu au-dessus du socle, et le troisième au-dessus de la tête) n'ont pas encore été enlevés par le praticien.

Un peu plus tard, M. Blanchard construisit sa machine qui présentait, pour l'époque, une certaine perfection. Le principe sur lequel elle reposait était à peu près celui d'un tour entre les pointes ou poupées duquel on plaçait le bloc de marbre ou de pierre destiné à être taillé ; ce dernier tournait en forçant l'outil de travail à s'appuyer contre sa surface suivant le mouvement d'avance ou de recul de la touche qui, dans le même tour, s'appliquait aussi très exactement contre les parties extérieures du modèle, monté également sur un axe tournant.

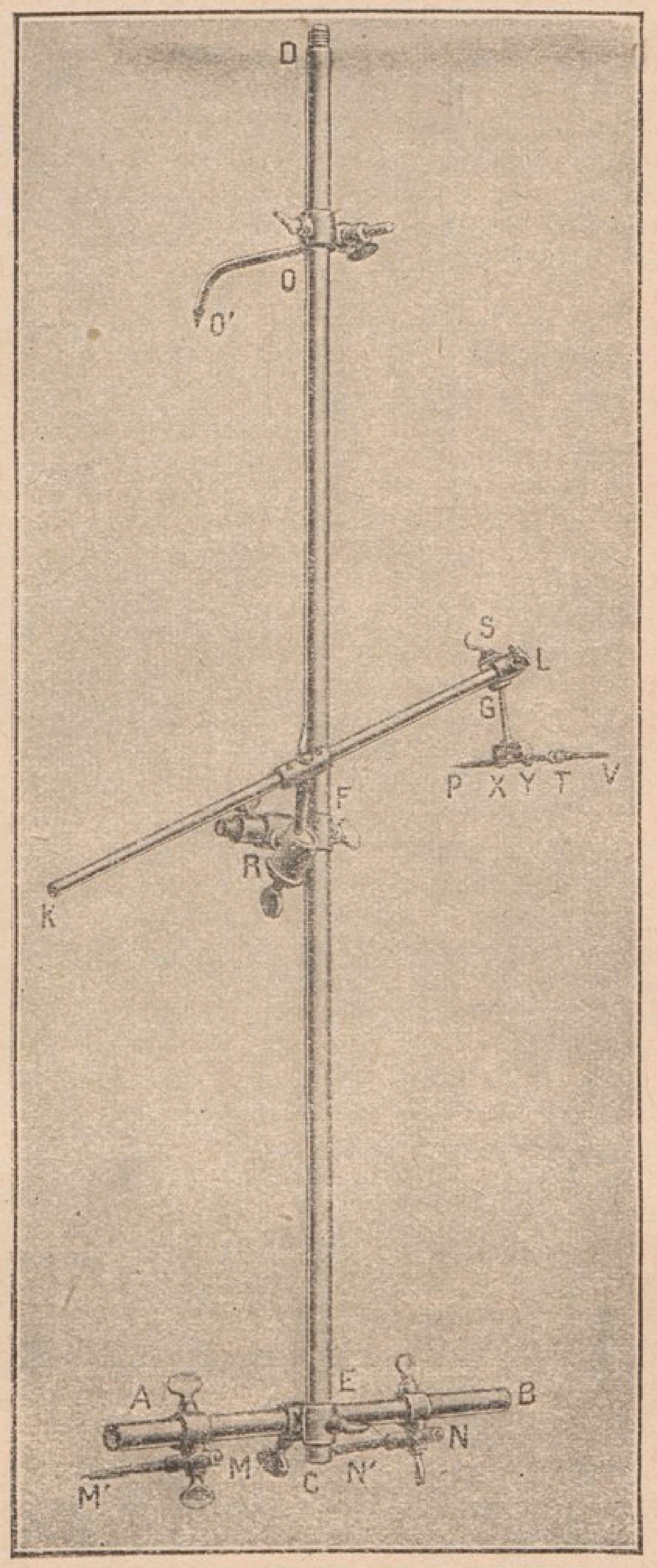
Une machine, ou plutôt un appareil, pour

sculpter le marbre et la pierre dure, particulièrement original, est celui imaginé par M. Moreau. Le procédé sur lequel il est basé consiste : 1° dans l'emploi d'un moule ou matrice en métal qui porte la contre-partie de la figure ou de l'objet qu'on se propose de sculpter et dans son application à la surface de la matière qu'il s'agit de travailler ; 2° dans les moyens pour opérer cette sculpture, qui consiste dans la répétition de chocs ou coups légers et rapides du moule sur la pierre ou le marbre pour en broyer et triturer le grain et l'amener ainsi successivement à prendre la forme correspondante au moule qu'on frappe dessus (fig. à la page 512).

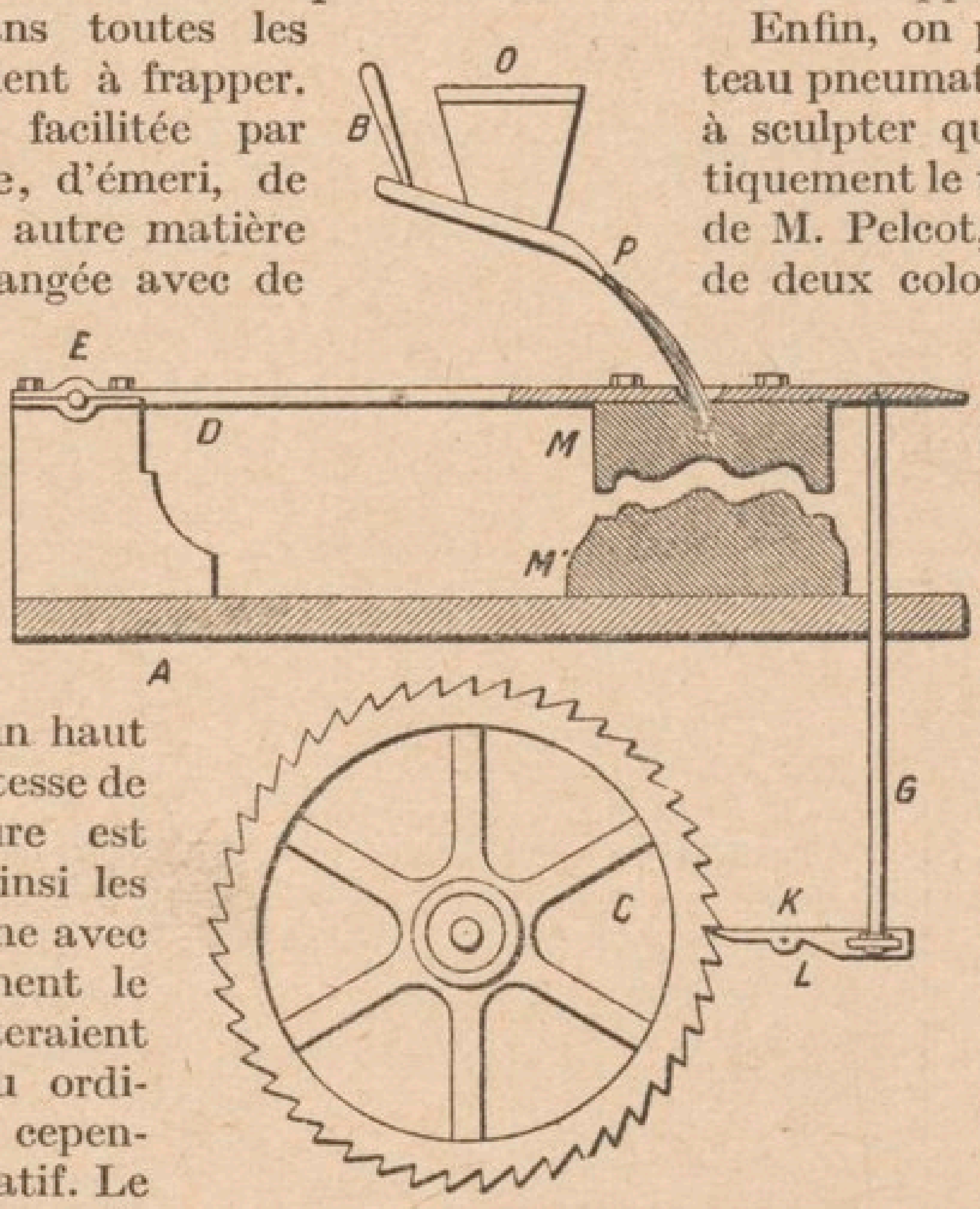
Le moule de métal est, de préférence, en fonte de fer ; on le monte dans un appareil mécanique convenable propre à l'élever et à l'abaisser, pour qu'il percute le bloc à travailler par une succession de chocs plus ou moins légers. Ledit bloc est placé sur une table solide et le moule, qui forme la contre-épreuve du sujet, c'est-à-dire la sculpture *en creux*, est attaché au levier d'un fort cadre en fer monté sur pivots qui peuvent être ajustés afin de régler la hauteur convenable du moule au-dessus du bloc. A l'extrémité opposée de ce cadre est une tringle adaptée au moyen d'un écrou et qui se trouve liée à un levier tournant autour d'un pivot, lequel levier est mis en mouvement par son extrémité à l'aide d'une série de dents que porte une espèce de roue à rochet tournant par manivelle. Lorsque l'on imprime à celle-ci un mouvement de rotation, les dents entrent en action contre

MACHINE DE MISE AU POINT QUI A REMPLACÉ L'ANCIEN COMPAS DE SCULPTEUR A TROIS BRANCHES

A B, *tube en cuivre creux, formant la barre transversale des* T *renversés;* C D, *branche mobile verticale ;* E, *noix à double vis permettant le déplacement de la branche* C D *(l'une des vis l'arrête sur le tube* A B, *l'autre permet de l'allonger ou de la raccourcir) ;* F G, *noix mobiles permettant à la tige* K L *et à la pointe* P *de prendre toutes les positions ;* K L, *tige ou sorte de règle formant la seconde partie de l'appareil et pouvant se mouvoir sur la branche* C D; M N, *noix sur le tube* A B ; M' N', *longues pointes de compas pouvant se mouvoir en divers sens dans les noix* M N; O, *noix dans le haut de la branche verticale* C D; O' *pointe de compas pouvant se mouvoir sur la branche* C D *et recourbée vers le bas à son extrémité* ; P, *pointe de la tige* P V ; R S, *genoux d'articulation ;* T, *vis serrée sur la tige* P V ; V, *bout de la tige, ou pointe* P *mobile portée par une branche articulée et que l'on peut caler par la pression de vis ;* X Y, *trous permettant à la tige* P V *de reculer et de revenir en avant pour indiquer l'épaisseur de marbre à enlever dans le bloc à sculpter.*



le bras d'une bielle articulée au levier et à la tringle communiquant avec le cadre portant le moule ; elles produisent un mouvement d'oscillation dans le sens vertical de cette tringle et aussi, par conséquent, du cadre. Le moule opère donc ainsi, à la surface du bloc, une suite de chocs successifs qui en triturent le grain dans toutes les parties où son relief vient à frapper. Cette trituration est facilitée par l'introduction de sable, d'émeri, de poudre de diamant ou autre matière dure pulvérisée et mélangée avec de l'eau, entre la surface du moule et de la pierre pendant le travail. Vers la fin de l'opération, ces matières sont plus fines qu'au début afin que l'objet quitte le moule avec un haut degré de fini. La délicatesse de ce mode de sculpture est telle que l'on réalise ainsi les traits les plus fins, même avec les pierres qui s'égrènent le plus et qui ne supporteraient pas l'action du ciseau ordinaire. Il n'a obtenu, cependant, qu'un succès relatif. Le moule, en effet, est assez coûteux à établir et il s'use très rapidement ; de plus, le travail est fort long. Il ne s'applique d'ailleurs qu'aux bas-reliefs.



APPAREIL DE M. MOREAU POUR SCULPTER LES BAS-RELIEFS

A A, *table ;* B, *tube flexible pour l'arrivée de l'eau dans la gouttière* P ; C, *roue à rochet ;* D, *levier composé d'un fort cadre monté sur des pivots* E *réglables en hauteur* ; G, *tringle;* K, *levier actionné par les dents de la roue à rochet, et donnant un mouvement alternatif vertical à la tringle* G *et, par conséquent, au levier* D *portant le moule ou modèle ;* L, *pivot ;* M , *moule en fonte portant en creux la sculpture à reproduire en relief sur le bloc* M' ; O, *trémie contenant une matière très dure en poudre (émeri, etc.) ;* P, *courants d'eau dans la gouttière entraînant la poudre et la portant sur la surface du bloc à sculpter.*

Cependant, ce procédé de sculpture des pierres et marbres par percussion, par broiement et trituration du grain, a pris, de nos jours, un assez grand développement au moins pour la grosse sculpture, grâce à l'invention du marteau pneumatique, lequel permet un travail facile et rapide avec le minimum de fatigue pour l'ouvrier. On sait qu'il suffit d'appuyer ledit marteau à la surface du bloc pour que celui-ci, sous l'action de chocs répétés avec une excessive rapidité, se creuse sur une profondeur en rapport avec le temps pendant lequel l'outil agira et sur une plus ou moins grande étendue si on le déplace en divers sens, suivant la besogne à accomplir.

En fixant dans la busette du marteau pneumatique un outil percutant approprié au travail à faire, (ciseau, gradine, gouge, etc., (voir la série de ces outils à la page 514), on peut former soit des surfaces planes, soit des creux ou des saillies dans la ronde-bosse aussi bien que dans le bas-relief ; on peut fouiller les plus fins détails, les creux « hors dépouille » tout comme avec les burins ordinaires à main frappés au maillet.

Enfin, on peut monter le marteau pneumatique sur une machine à sculpter qui exécutera automatiquement le travail, telle que celle de M. Pelcot, laquelle se compose de deux colonnes en fonte *D* (on n'en voit qu'une sur le dessin, page 516, l'autre ayant été supprimée pour mieux montrer les organes) entretoisées à leur sommet par un axe horizontal *F* autour duquel peut évoluer un ensemble de châssis *E* dont les bras sont articulés entre eux en parallélogramme et symétriquement disposés par rapport à l'axe *F*, de telle manière que le poids des uns équilibre parfaitement celui des autres. On comprend aisément que les branches de ce double parallélogramme peuvent s'étendre et se rapprocher plus ou moins par une simple poussée de la main.

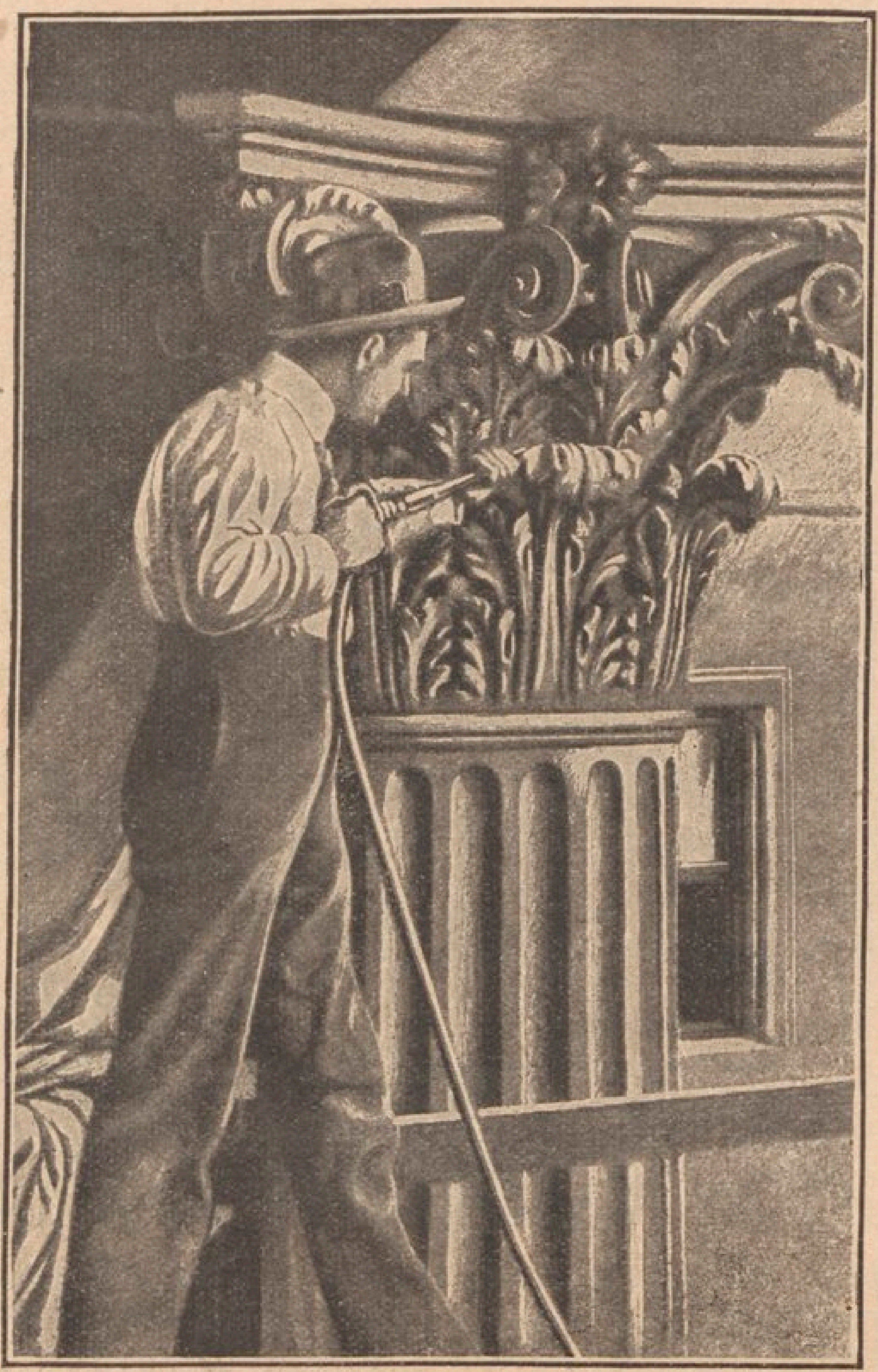
Deux autres cadres parallélogrammes *G* et *G'* portent, l'un, les petits côtés du support (également articulé en parallélogramme) du marteau pneumatique *KJ*, qui sculpte le bloc, l'autre, celui du style-guide, ou touche *L*, s'appliquant sur le modèle dont il suit les contours. Enfin, deux plateaux *B* et *B'*, extensibles en hauteur, portent l'un le modèle, l'autre le bloc à travailler (le second seul est représenté sur le dessin). Ils sont animés d'un mouvement de rotation continuel ou intermittent réglé de telle façon, au moyen de vis sans fin, que le déplacement angulaire de l'un

soit reproduit très exactement par l'autre.

Bien entendu, le marteau, au lieu d'être pneumatique, peut aussi bien fonctionner par la vapeur ou l'électricité ; de même, il peut être remplacé très avantageusement par une fraise agissant par rotation.

Le travail de sculpture qui peut ainsi être fait a assez de fini d'exécution pour que le sculpteur Rodin ait jugé qu'il n'était pas utile de le retoucher, et l'on peut voir encore, au musée du Luxembourg, un buste du maître qui est exposé, paraît-il, tel qu'il est sorti de la machine Pelcot.

Le procédé pneumatique peut également être employé pour le finissage et le polissage des surfaces planes, bombées ou creuses des statues de pierre ou marbre dans des conditions de célérité et de facilité de travail inconnues jusque-là. La machine à polir de Glaenzer et Perreaud s'emploie de la façon suivante : après avoir été convenablement placée sur l'objet à polir à l'aide de barres de guidage qui lui permettent de se déplacer plus ou moins, suivant les besoins, on met une bonne couche de grenaille concassée et mouillée sur la surface à polir, puis on fixe un premier disque à aubes courtes sur l'arbre de la machine ; ce disque frotte sur toute la surface jusqu'à ce que tous les trous et rugosités aient disparu. On remplace la première grenaille par une couche de grenaille d'acier plus petite, humectée ; on frotte à nouveau après avoir remis la machine en mouvement, et on obtient rapidement une surface unie. Celle-ci est nettoyée jusqu'à ce qu'il ne reste plus de trace d'acier, et on place une couche de carborundum mouillé. On monte un disque annulaire sur la machine, et on frotte jusqu'à ce que le carborundum ait disparu. On nettoie le disque et la surface, et on place un disque d'étain sous le disque annulaire. On passe alors la machine sur toute la surface jusqu'à ce qu'un léger lustre soit atteint. De nouveau, la surface est lavée, et, alors qu'elle est encore humide, on y passe le cuir préalablement mouillé avec un peu de potée d'étain jusqu'à ce que la chaleur créée par ce frottement ait produit un beau lustre. Ces deux dernières opérations ne sont pas pratiquées quand la surface ne doit pas être brillante.



SCULPTURE D'UN CHAPITEAU DE COLONNE A L'AIDE DU MARTEAU PNEUMATIQUE

Revenons maintenant à notre sujet, aux machines à sculpter proprement dites.

Dans celle de M. Selmersheim, la mèche, ou fraise, et le guide, ou toucheau, disposés parallèlement et portés par un même chariot, sont déplacés de manière que le guide, par une série de sillons parallèles successifs, décrive la surface du modèle à reproduire. Le

chariot possède deux mouvements, l'un parallèle au modèle et l'autre perpendiculaire et, de plus, un troisième, déterminé mécaniquement par l'avancement de l'ensemble pour passer d'un sillon au suivant.

C'est là un type très simple qui se retrouve dans la plupart des machines plus anciennes que nous avons décrites plus haut, et que divers constructeurs ont reproduit ultérieurement en y apportant des modifications de détails plus ou moins heureuses.

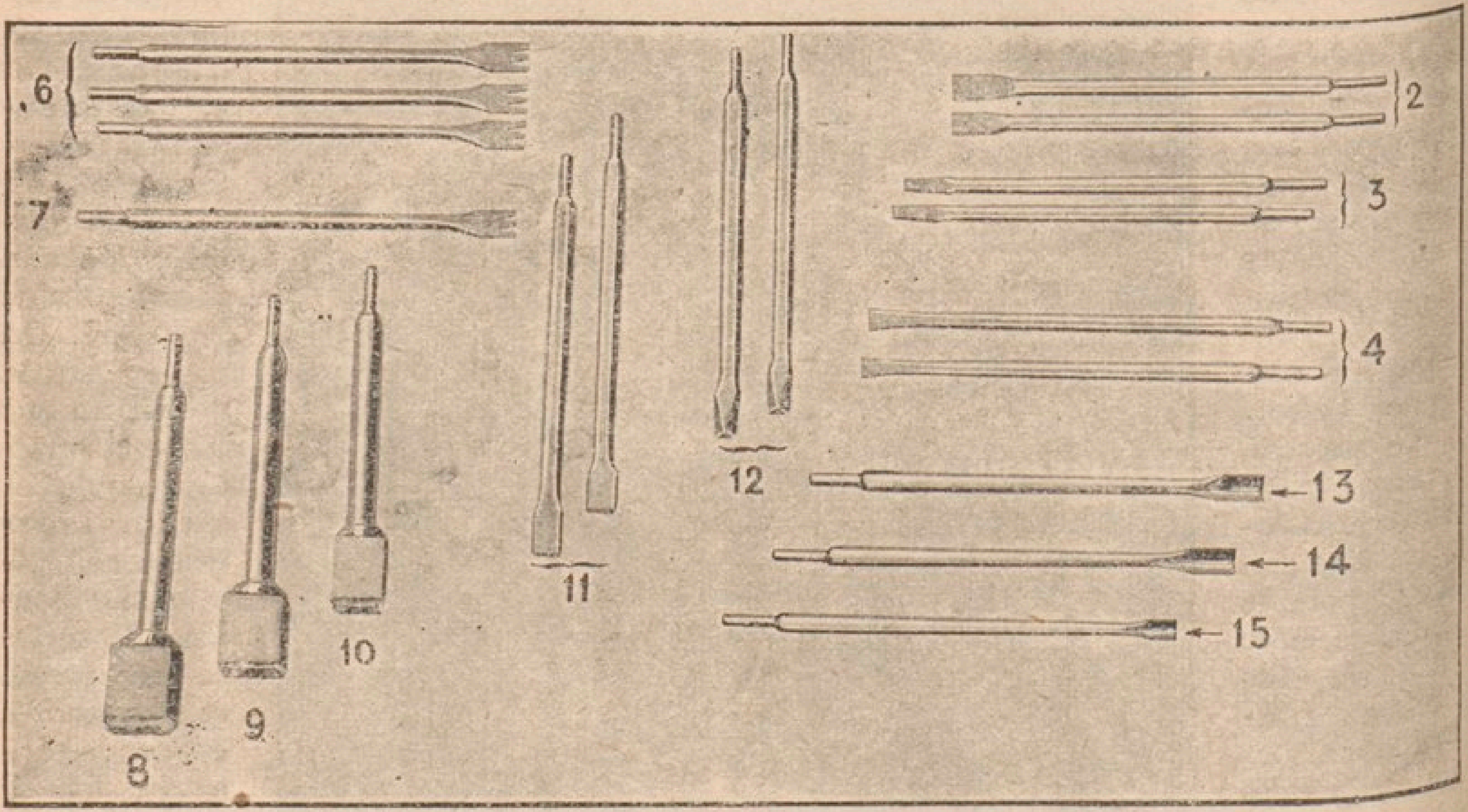
La machine utilisée dans l'atelier L. Janvier et Berchot est du système des pantographes (fig. page 504) et son principe est le même que celui de la machine à réduire les médailles, dont nous avons parlé dans notre précédent numéro. Le modèle et la matière à reproduire sont fixés chacun entre une pointe réglable en hauteur et un plateau ; les deux plateaux tournent en même temps et avec un synchronisme qui doit être parfait quand l'ouvrier agit sur une roue dentée. La touche est portée par la barre de travail vis-à-vis du modèle, et la fraise, tournant à grande vitesse, est placée devant la matière à reproduire.

La barre peut se déplacer horizontalement par glissement dans le porte-barre ; elle se meut verticalement et d'avant en arrière, grâce au joint de cardan qu'elle porte à son extrémité. L'ouvrier, avec la touche, suit les contours du modèle que la barre transmet à la fraise, laquelle les reproduit avec une remarquable fidélité, et dans les proportions voulues, sur le bloc, qu'elle sculpte.

Cette machine ne reproduit pas en même grandeur que le modèle : elle ne peut faire que des réductions ou des agrandissements.

Pour donner plus de précision à la reproduction, un inventeur, M. Sardet, a eu l'idée de construire une touche électrique dont les mouvements sont amplifiés par un système de leviers, et qui ferme, lorsqu'elle recule dans son porte-outil, par suite de la résistance du modèle contre lequel elle vient s'appliquer, les circuits d'électro-aimants dont l'un arrête instantanément la commande continue du mouvement d'avance du porte-outils, tandis que le deuxième embraie la commande du mouvement de recul et peut aussi en augmenter l'amplitude en rapport avec l'importance des reliefs. (C'est parfois un troisième électro qui augmente cette amplitude.)

La touche électrique ferme, au contraire, lorsqu'elle se détend, c'est-à-dire quand, quittant le contact du modèle, sa pointe n'appuie plus sur rien, le circuit d'un électro-aimant mettant en jeu un mécanisme réduisant l'amplitude du recul, le tout dans le but de permettre de suivre automatiquement, avec une précision absolue et sans l'endommager en rien, le relief du modèle, qui peut alors être en matière fragile, alors qu'il serait impossible de l'employer avec les autres machines. De plus, la rapidité du tra-



FORMES DIVERSES D'OUTILS A SCULPTER POUR MARTEAUX PNEUMATIQUES
2, *ciseaux;* 3, *ciselets;* 4, *ognettes;* 6, *gradines;* 7, *pied-de-biche;* 8, 9, 10, *bouchardes (pour surfaces planes);* 11, *tapettes rectangulaires;* 12, *tapettes triangulaires;* 13, 14, 15, *gouges.*

vail est augmentée en réduisant au strict minimum la course du porte-outils perpendiculairement au modèle et à la reproduction.

Nous avons dit plus haut qu'il existait des machines pouvant sculpter plusieurs blocs à la fois, telle est celle de M. Smitz, de Bruxelles, qui comprend un support d'outils mobile dans tous les sens, au milieu duquel est fixé un stylet ou touche réglable susceptible d'être appliqué sur tous les points de la surface du modèle, et portant, de chaque côté de ladite touche, des outils graveurs (mèches, fraises, etc.) en nombre variable, tournant à grande vitesse devant les blocs de matière à reproduire. Ce support est porté lui-même par deux parallélogrammes articulés, disposés dans deux plans verticaux, reliés par plusieurs autres parallélogrammes articulés horizontaux au bâti de la machine et oscillant sur celui-ci, de telle façon que la touche ainsi que les outils tournants peuvent suivre fidèlement les mouvements que leur imprime dans tous les sens la main de l'ouvrier, et être, en outre, inclinés à volonté pour travailler les parties creuses du modèle. Chaque axe d'outil à sculpter tourne à l'intérieur d'un manchon pourvu d'une goupille qui repose sur l'extrémité biseautée d'un second manchon, entourant le premier et fixé au support; cette disposition permettant de régler avec exactitude la hauteur de chaque outil suivant la position de la touche. Il y a naturellement autant d'outils à sculpter que de copies à faire.

VUE GÉNÉRALE D'UN ATELIER MODERNE DE SCULPTURE (PIERRE ET MARBRE)
Le travail y est entièrement exécuté au moyen du marteau pneumatique Glaenzer et Perreaud.

La Société des Onyx de Sidi-Hamza (Algérie), a également fait construire une machine à sculpter qui peut faire plusieurs reproductions en même temps. Elle se compose d'une table, ou bâti, de deux colonnes verticales, portant chacune une glissière, et reliées en haut par une traverse. Un cadre peut monter et descendre le long de ces glissières ; son poids est équilibré à l'aide de contrepoids placés dans les colonnes ; il porte en son milieu une touche, ou pointe-guide, qui suit tous les contours du modèle placé au-dessous d'elle quand celui-ci se déplace, et, de chaque côté, une ou plusieurs

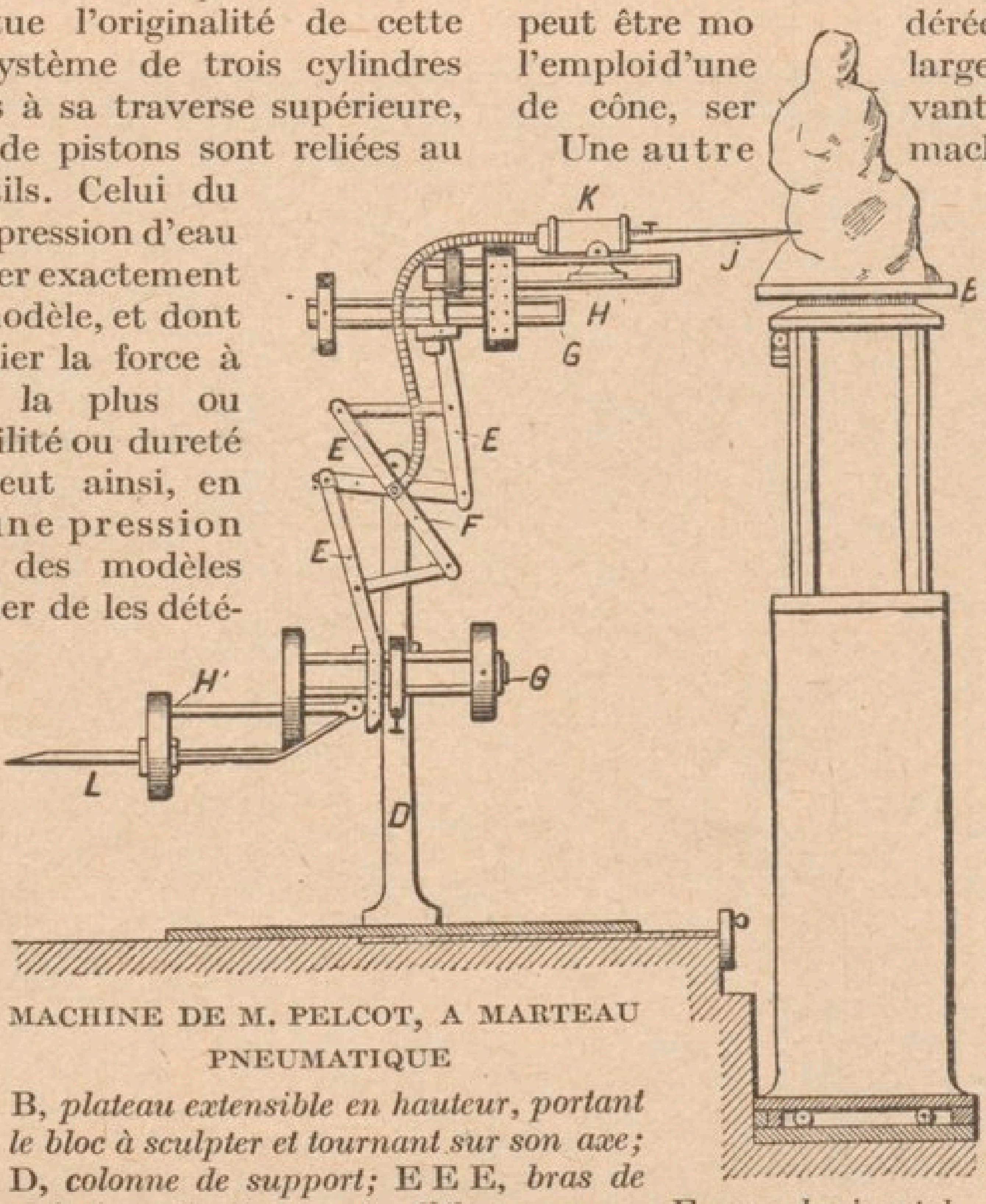
fraises tournant à grande vitesse ou un outil percutant qui sculpte la matière à travailler. Ces outils de travail sont joints au châssis par l'intermédiaire de douilles dont on peut facilement régler la hauteur à l'aide de pignons, crémaillères, roues et vis sans fin.

La touche est disposée de façon à pouvoir se déplacer en hauteur, et aussi en divers sens, suivant les sinuosités de la surface du modèle, en imprimant aux fraises ou outils percuteurs le même déplacement.

Ce qui constitue l'originalité de cette machine est le système de trois cylindres qu'elle porte fixés à sa traverse supérieure, et dont les tiges de pistons sont reliées au châssis porte-outils. Celui du milieu reçoit une pression d'eau destinée à appliquer exactement la touche sur le modèle, et dont on peut faire varier la force à volonté, suivant la plus ou moins grande fragilité ou dureté de celui-ci ; on peut ainsi, en n'utilisant qu'une pression légère, employer des modèles délicats sans risquer de les détériorer ; les deux autres sont des cylindres à air ; ils ont pour but, en formant matelas, d'atténuer les chocs brusques qui, dans le cas de reproduction de reliefs très accentués, sont susceptibles de se produire entre les outils de travail, le modèle et la matière à travailler, par suite du déplacement de ceux-ci sous la pointe desdits outils qui, comme nous l'avons dit, sont en contact continuel avec leur surface.

Le modèle et les pierres à sculpter sont placés sur un premier chariot (s'il s'agit de bas-reliefs) qui coulisse sur deux glissières et est animé d'un mouvement alternatif à la façon d'un plateau de raboteuse; ce chariot est disposé sur un second qui se déplace perpendiculairement au premier, de telle sorte que tous les points de la surface du modèle et des pierres (ou tranches de marbre ou panneaux de bois) qui sont placés dessus viennent se présenter convenablement à la touche et aux fraises qui font le travail.

Pour la sculpture des statues en ronde-bosse, le chariot supérieur est remplacé par trois poupées de tour (une pour le modèle, les deux autres, de chaque côté de celui-ci, pour les blocs à travailler) avec contre-pointes. Le mouvement de rotation, très uniforme, leur est communiqué par un arbre avec pignon et chaîne de Galle ou engrenages passant sous le second chariot, laquelle rotation peut être modérée ou accélérée par l'emploi d'une large poulie, en forme de cône, servant à la transmission.



MACHINE DE M. PELCOT, A MARTEAU PNEUMATIQUE

B, *plateau extensible en hauteur, portant le bloc à sculpter et tournant sur son axe;* D, *colonne de support;* E E E, *bras de châssis articulés en parallélogrammes ;* F, *axe horizontal ;* G G', *autres parallélogrammes ;* H *est porté par le parallélogramme* G ; H', *support, porté par* G', *du style-guide ou touche* L, *laquelle s'applique sur le modèle (non représenté sur le dessin), placé à gauche, sur un deuxième plateau tournant comme le premier;* J *et* K, *marteau pneumatique et son cylindre avec le tube d'arrivée d'air comprimé.*

Une autre machine, brevetée par M. Peters (fig. page 518) se caractérise par l'emploi de châssis à la fois très légers et très rigides, qui permettent de travailler simultanément deux, quatre ou un plus grand nombre de blocs, d'après un modèle donné, au moyen de deux jeux d'outils à commande mécanique, un pour le dégrossissage et un autre pour le finissage.

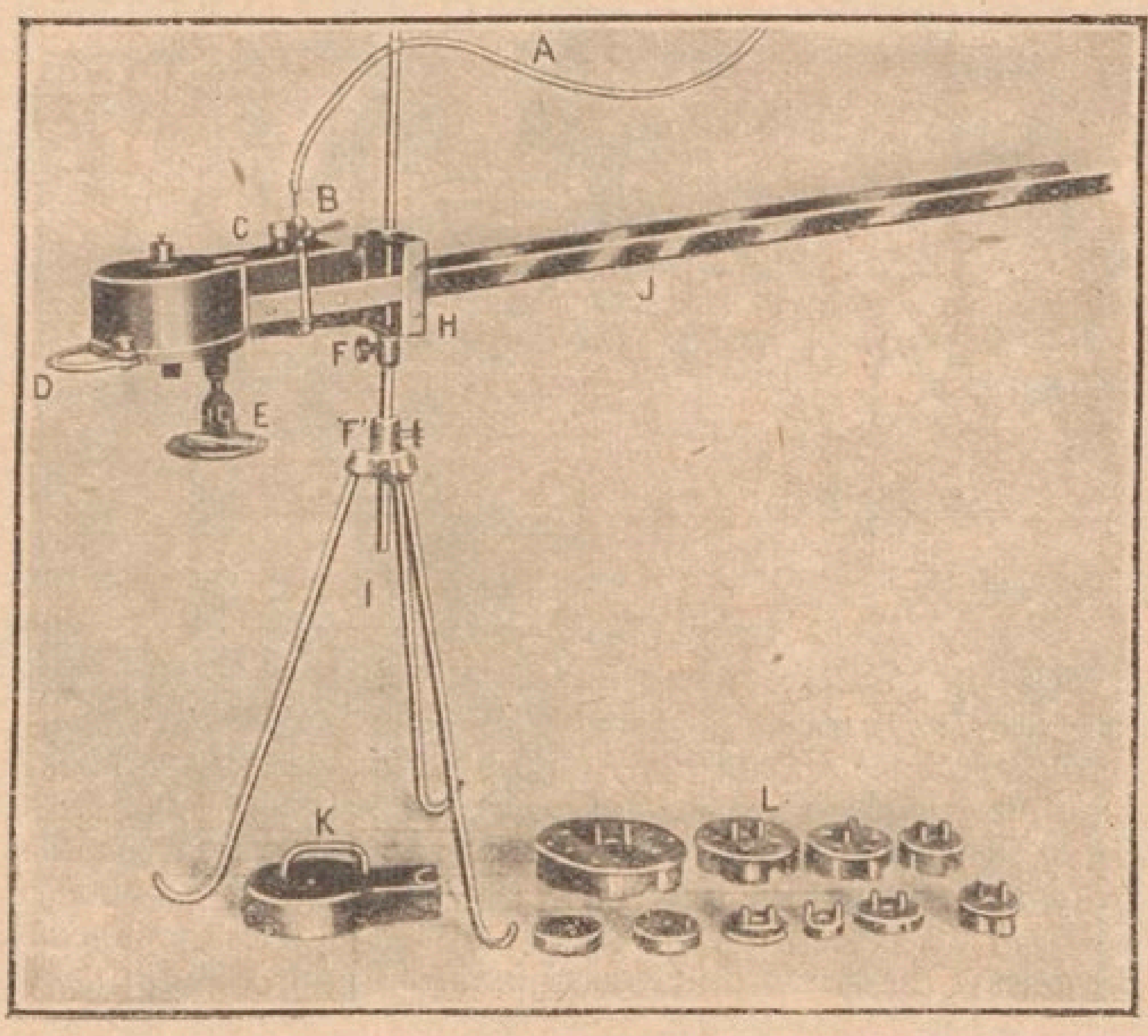
Le jeu d'outils de finissage possède des arbres porte-outils pouvant tourner et se déplacer dans le sens longitudinal dans des carcasses fixées sur un chariot animé d'un mouvement latéral sur un arbre tournant, les arbres porte-outils étant reliés l'un à l'autre, de manière que tous exécutent simultanément dans leurs logements les mêmes mouvements de rotation et de soulèvement.

La machine se compose d'un socle portant un chariot pouvant être déplacé latéralement au moyen d'une vis ; les blocs à sculpter et le modèle sont fixés sur ce chariot d'une façon appropriée et peuvent être déplacés ensemble de la même quantité.

Le socle porte, de chaque côté, des consoles *4*, sur lesquelles repose un arbre *5* autour duquel peut osciller le bâti de reproduction portant le jeu d'outils, lequel bâti est formé d'un parallélogramme dont les côtés *6, 7, 8, 9*, sont articulés entre eux. Les deux premiers, qui sont soumis à des efforts de compression et de flexion, sont des châssis robustes renforcés chacun par un cloisonnage cubique. Les côtés *7*, formant châssis, sont prolongés, et, sur leur extrémité, est monté un arbre *10* ; lequel porte un jeu d'outils *12* composé d'une touche et de fraises en nombre variable actionnées par des poulies *11* Quand un premier jeu a achevé de dégrossir le bloc, il est remplacé par le second pour le finissage. Celui-ci, qui peut être appelé « grattoir » parce qu'il a surtout une action grattante, possède trois mouvements propres, correspondant aux trois directions de l'espace, et, en plus, un mouvement de rotation autour de son axe longitudinal.

Les parties latérales du châssis *7* sont munies, à leurs extrémités antérieures, de paliers *13* dans lesquels repose l'arbre *14*, sur lequel se déplace un chariot formé par un tube entourant l'arbre, avec un certain jeu, et portant à chacune de ses extrémités des galets *16*, grâce auxquels il peut se déplacer facilement avec un mouvement de va-et-vient sur l'arbre *14*. Sur ce chariot sont fixées des carcasses *17* dans lesquelles reposent les logements des arbres porte-outils qui peuvent être déplacés en longueur avec un certain jeu. Leur grande mobilité est assurée par des galets de guidage *24*. Ils sont, ainsi qu'on l'a dit plus haut, animés d'un mouvement de rotation, et, pour leur assurer une course uniforme, leurs logements sont munis du dispositif que nous décrivons ci-après :

La face postérieure des carcasses *17* porte des paliers *13* dans lesquels repose un arbre portant des poulies, autour desquelles sont passés des rubans d'acier, lesquels glissent sur des galets de guidage et sont reliés aux logements des arbres porte-outils. Le mouvement longitudinal du logement portant le toucheur est transmis par l'arbre actionnant celui-ci à tous les autres.



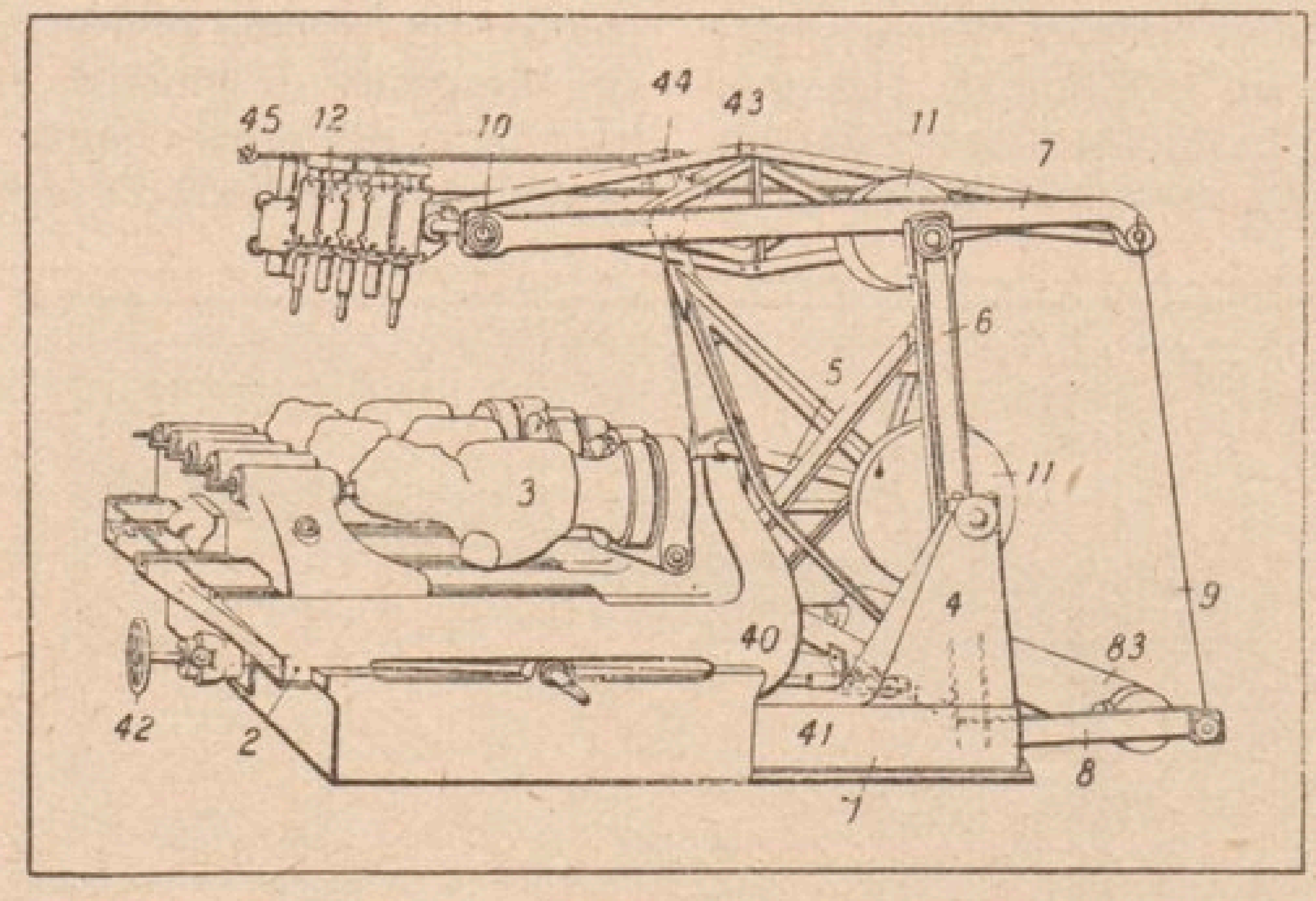
MACHINE GLAENZER SPÉCIALEMENT DESTINÉE A POLIR LE MARBRE ET LA PIERRE

A, *tube d'arrivée de l'air comprimé ;* B, *manette du robinet d'admission;* C, *boîte contenant la machine rotative pneumatique ;* D, *poignée de manœuvre de l'appareil ;* E, *plateau au-dessous duquel on fixe le disque polisseur ;* F, F', *noix avec vis de serrage (la noix* F' *sert pour le réglage en hauteur) ;* H, *pièce pouvant tourner sur son axe vertical et traversée par la barre* J *(elle est maintenue en position par la vis de serrage* F *et règle l'avance et le recul de la partie agissante de la machine) ;* K, *couvercle de la boîte* C ; L, *série des disques polisseurs.*

Toutes ces machines à reproductions multiples d'un modèle unique, dont nous venons de donner la description, sont munies d'autant de fraises ou outils de travail qu'il y a de blocs de matière dure à sculpter en même temps. La suivante, au contraire, quoiqu'elle possède également plusieurs fraises, n'est capable de reproduire qu'un exemplaire à la fois.

Elle est due à M. Tony Selmersheim, et elle est du type de celles dans lesquelles le guide ou touche, qui décrit la surface du modèle, et la fraise, qui sculpte le bloc, sont portés chacun par un chariot déplaçable horizontalement et verticalement, de manière à tracer une série de passes parallèles, et sont poussés à la main ou par ressort pour pénétrer en profondeur dans les creux de la sculpture pendant chaque passe. Cette machine est un perfectionnement du type primitif du même inventeur, décrit plus haut. Les fraises, au nombre de cinq, par exemple, avec leurs guides respectifs, participent d'ensemble aux mouvements

en longueur et en hauteur du chariot, mais sont indépendantes les unes des autres dans leurs mouvements en profondeur, les guides, ainsi que leurs fraises respectives, étant étagés à des niveaux assez rapprochés pour que les sillons parallèles tracés soient juxtaposés ou se recouvrent partiellement, afin qu'une seule passe suffise à travailler une bande d'une certaine largeur avec tout le modelé et toute la finesse voulus que permettra le choix des fraises et des guides suffisamment fins. L'invention porte également sur un mode d'installation convergente des guides et des fraises permettant la concentration précise des points de travail sur une surface réduite.



MACHINE A REPRODUCTIONS MULTIPLES DE M. PETERS (VUE D'ENSEMBLE)

1, *socle ;* 2, *chariot ;* 3, *modèle (au milieu) et blocs à sculpter (sur les côtés) ;* 4, *consoles ;* 5, *arbre autour duquel oscille un parallélogramme articulé ;* 6, 7, 8, 9, *côtés du parallélogramme ;* 10, *arbre monté sur un prolongement des côtés* 7, *formant châssis, et portant un jeu d'outils (touche et fraises) ;* 11, *poulies actionnant les fraises rotatives ;* 12, *jeu d'outils (touche et fraises) ;* 40, *écrou ;* 41, *vis oscillant dans le socle et pouvant être tournée au moyen du volant à main* 42 ; 43, *segment denté engrenant avec une vis sans fin* 44 *mue par le volant à main* 45 ; 83, *contrepoids servant à équilibrer la machine.*

Le modèle et le bloc à sculpter sont portés par un châssis vertical monté à vis sur un bâti, de manière à permettre son déplacement en hauteur, par degrés, pour les passes successives.

Devant le châssis et sur une table roule horizontalement un chariot porté et guidé par des galets et mû à la main à l'aide d'une poignée, de manière à faire des passes horizontales. Il porte les fraises rotatives avec leurs guides respectifs ainsi que les dispositifs de commande de la rotation, poulies à cordes, tambour et flexible ou dynamo, et les organes divers du mouvement en profondeur des fraises et guides correspondants.

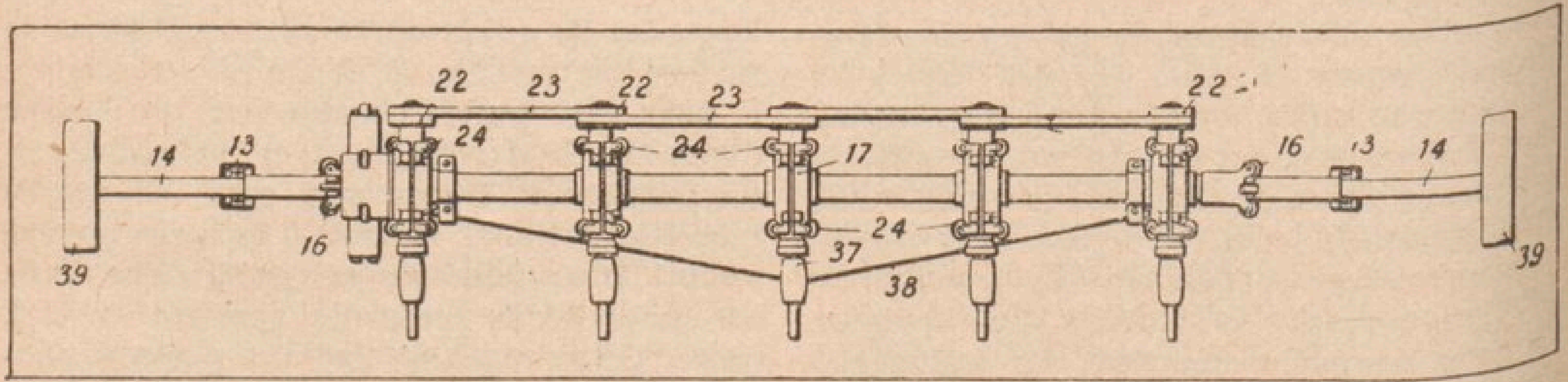
Les fraises sont vissées à l'extrémité des broches portées sur des cadres verticaux en forme d'L et sont butées par des épaulements et des vis de butée de façon à ne pas pouvoir coulisser suivant leur axe dans les paliers des cadres et à suivre sans jeu les déplacements en profondeur de ces derniers.

Sur la branche verticale de chaque cadre coulisse un étrier à douille qui peut être fixé à la hauteur voulue par le moyen d'une vis de pression.

Les guides correspondant aux fraises coulissent dans les douilles de manière qu'on puisse en régler la longueur. Des vis permettent leur fixation.

Pour que les fraises reproduisent fidèlement les mouvements en profondeur des guides, il est absolument nécessaire que les cadres soient guidés de façon à se déplacer parallèlement à eux-mêmes dans leur plan.

Ce guidage est obtenu au moyen des bro-



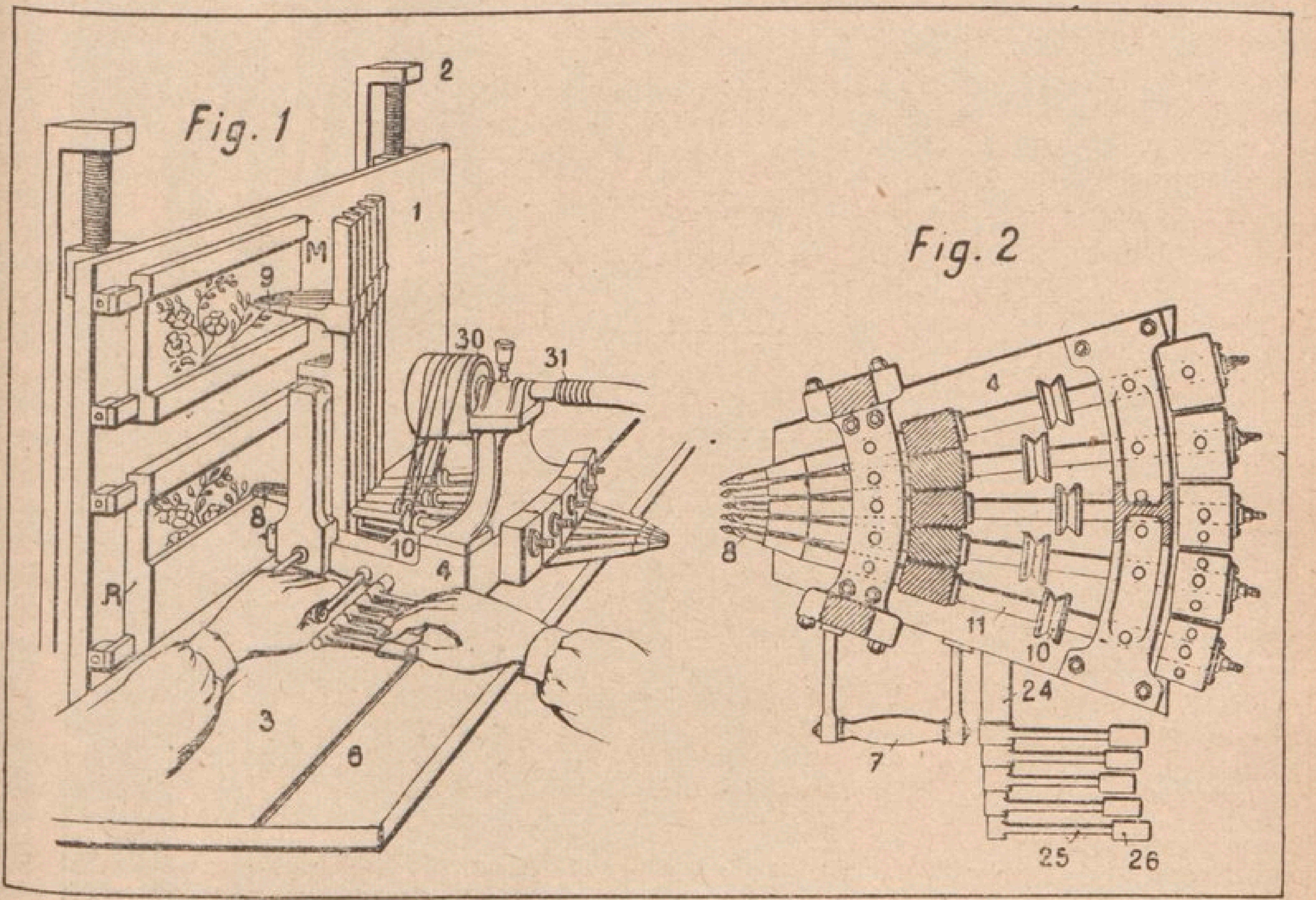
DÉTAIL DE LA MACHINE PETERS DESTINÉE AUX REPRODUCTIONS MULTIPLES

13, *paliers;* 14, *arbre;* 16, *galets;* 17, *carcasses portant les arbres porte-outils;* 22, *poulies reliées par des rubans d'acier* 23; 24, *galets de guidage;* 37 *et* 38, *tendeur;* 39, *contrepoids.*

ches elles-mêmes, qui coulissent longitudinalement dans des paliers fixés au bâti de la machine ; en outre, les cadres sont maintenus à la partie supérieure par des coins en forme de queue d'aronde coulissant entre des coins de bronze portés par le bâti et comportant un dispositif de rattrapage de jeu pour éviter tout jeu latéral des cadres.

Des ressorts de rappel tirent les cadres en avant et tendent à appuyer constamment les guides contre la surface du modèle ; par des tenons. Il en résulte qu'en imprimant à un de ces cadres un mouvement horizontal en profondeur, la fraise et le guide qu'il porte auront des déplacements rigoureusement identiques. En faisant rouler la machine sur ses rails les cadres se déplacent parallèlement à eux-mêmes en sorte que les mouvements des guides et des fraises sont rigoureusement égaux dans tous les sens.

Les fraises se conforment exactement aux mouvements et taillent sur le bloc une



MACHINE A FRAISES MULTIPLES CONSTRUITE PAR M. SELMERSHEIM

Figure 1 : vue en perspective ; figure 2 : vue en coupe.

M, *modèle;* R, *bloc à sculpter;* 1, *châssis vertical;* 2, *bâti,* 3, *table;* 4, *chariot;* 5, *galets;* 6, *rails;* 7, *poignée de manœuvre;* 8, *fraises rotatives;* 9, *guides;* 10, *poulies à cordes;* 11, *broches;* 24, *arbre creux;* 25, *leviers;* 26, *touches des leviers;* 30, *tambour;* 31, *arbre de transmission flexible.*

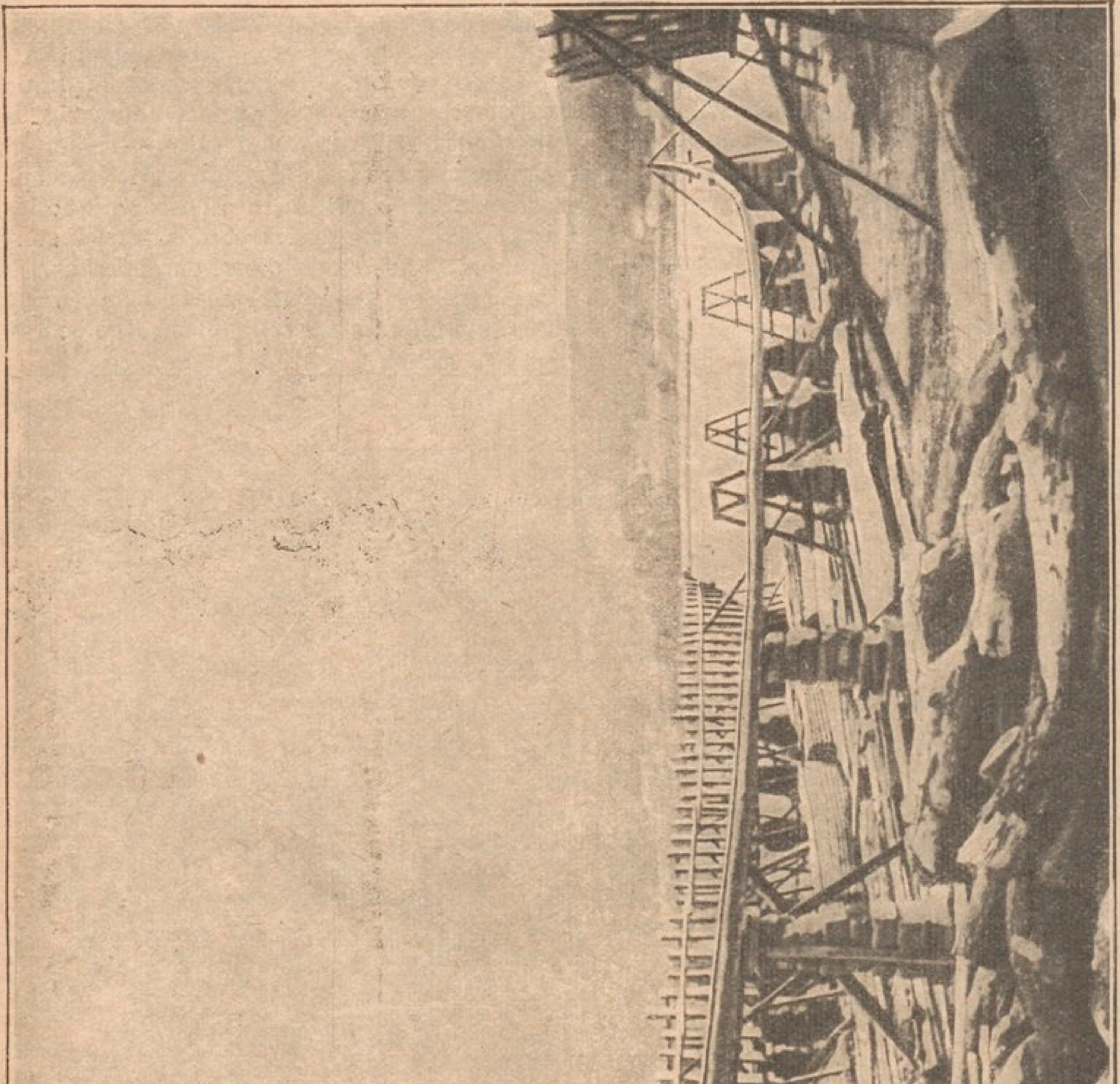
d'autre part, les cadres portent à leur partie inférieure des crémaillères engrenant avec des roues dentées montées sur des arbres creux passant les uns à travers les autres et actionnés par des leviers munis de touches sur lesquelles l'ouvrier appuie avec les doigts de la main droite, tandis qu'il déplace la machine sur les rails avec sa main gauche, manœuvrant la poignée. Les doigts, en s'appuyant sur les touches, annihilent ou modèrent l'action des ressorts.

Les cadres peuvent coulisser horizontalement dans leurs plans, leur mouvement étant parfaitement guidé à la partie inférieure par lesdites broches, et, à la partie supérieure, large bande horizontale reproduisant fidèlement les reliefs de la zone correspondante décrite par les guides (Figure ci-dessus).

Lorsqu'une passe est finie dans toute la largeur du modèle, on monte ou on descend le châssis pour une deuxième passe.

La machine s'adapte également sans difficulté au travail en ronde-bosse, le modèle et le bloc à sculpter étant alors portés, suivant la méthode connue, par des poupées de tour en regard des guides et des fraises. Après chaque passe, le modèle et l'épreuve tournent autour de leur axe d'un segment de cercle égal à la passe.

CLÉMENT CASCIANI.



VUE DE LA QUILLE D'UN GRAND CHALAND DE MER EN BOIS EN CONSTRUCTION AUX MARTIGUES

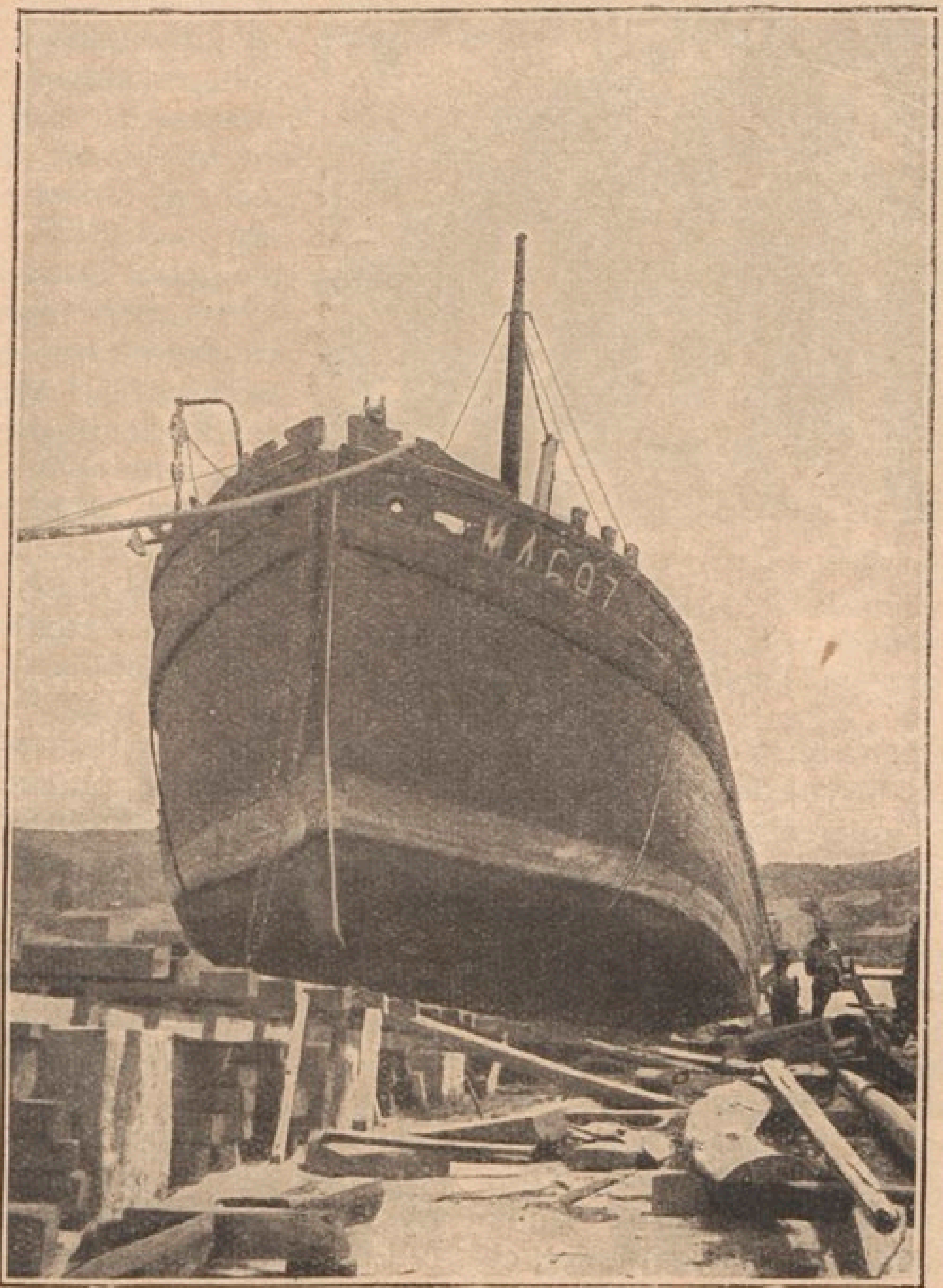
On voit avec quelle remarquable simplicité de moyens s'organise sans grands frais, au bord de la mer, un chantier de ce genre.

POUR LA CONSTRUCTION ROBUSTE DES BATEAUX DE FAIBLE TONNAGE, LE BOIS SUFFIT

Par Adolphe GILLEQUIN

Le moment où la France vient de célébrer le tricentenaire de Colbert coïncide avec une crise telle que notre marine marchande en a rarement connu. Le matériel et le personnel, éprouvés par la guerre, sont à reconstituer, non seulement sur le pied où ils se trouvaient en 1914, mais de manière à correspondre aux besoins actuels du pays. Toutes les matières nécessaires à l'alimentation, à l'industrie et au commerce, provenant autant que possible de nos colonies, doivent entrer en France sur des navires portant le pavillon national, de même que les trois couleurs doivent couvrir les produits de notre sol et de nos manufactures à leur sortie des ports de la Manche, de l'Océan et de la Méditerranée, agrandis et puissamment outillés.

Plus que jamais, notre avenir est sur mer, car le développement de notre marine de commerce résoudra à notre avantage de multiples problèmes économiques et financiers. Bientôt, les aciéries remises en marche fourniront les tôles et les profilés nécessaires à la construction des grands navires de haute mer, tandis que nos belles forêts du Morvan, de la Franche-Comté, etc., expédieront aux chantiers les bois qui servent à établir les coques des bateaux de petit et de moyen tonnages qui desservent les trafics côtiers sous le nom de caboteurs ou qui sont utilisables pour la pêche.



VUE PAR L'AVANT D'UN BATEAU DE PÊCHE EN BOIS

La cale de lancement en pierre et bois, est établie au bord de l'étang de Berre, sur le territoire de la charmante commune des Martigues, où le célèbre Ziem a peint nombre de ses tableaux.

L'avènement du moteur à pétrole ou à huile lourde a déjà, en effet, modifié profondément l'aspect du problème de la constitution de ces flottes de petits bâtiments que l'on persiste à trop négliger en France, car on en méconnaît l'immense importance.

Nous nous proposons de faire ressortir ici l'immense intérêt qu'a notre pays, au lendemain de la guerre, à faire un grand effort pour construire une flotte de pêche digne de

DÉBITAGE D'UN CHÊNE PAR DES SCIEURS DE LONG

Le travail est ici sensiblement plus long et moins précis que le découpage des planches obtenu au moyen de la scie mécanique perfectionnée à ruban sans fin représentée à la page suivante.

lui et capable de nous rendre de réels services, tant au point de vue de l'alimentation générale, qu'en ce qui concerne la formation des marins nécessaires pour l'armement de nos bateaux de guerre ou de commerce. Nous examinerons ensuite les moyens de constituer cette flotte par nos propres moyens.

L'industrie de la pêche maritime, qui a pris un si grand développement chez nos voisins, reste entièrement à organiser en France.

Aucune méthode, aucun plan d'ensemble, n'est appliqué chez nous à l'exploitation des fonds de pêche et à l'écoulement des produits de la mer; l'outillage est encore à créer, et les efforts individuels, auxquels il faut cependant, rendre hommage, se contrarient trop souvent les uns les autres et doivent être coordonnés pour produire tout leur effet.

Ces constatations ont déterminé le Commissariat des Transports maritimes et de la Marine marchande à déposer un projet de loi soumis actuellement aux délibérations du Parlement qui n'a pas encore statué.

L'idée-mère du projet est que la pêche doit être industrialisée, par la substitution au matériel suranné dont se servent nos pêcheurs, d'un outillage moderne à grand rendement, par l'installation de ports de pêche, par la création de moyens de transport du poisson vers les marchés de l'intérieur et par l'organisation de la vente dans tout le pays.

Dans cet esprit, le projet prévoit, en premier lieu, la création d'une puissante flottille de pêche et de transport des poissons.

Notre flottille de pêche se trouve, du fait des hostilités, réduite à néant, ou presque, car ce qui en subsiste, après les torpillages, les pertes survenues faute d'entretien et les réquisitions de la marine de guerre, peut être considéré comme inexistant par rapport à l'énorme tâche à accomplir. D'ailleurs ce matériel, déjà si diminué, est lui-même rudimentaire et hors d'état de soutenir la lutte contre les engins perfectionnés qu'exige l'industrie moderne et dont nos rivaux ont su abondamment se pourvoir.

Sans doute, l'armement d'un bateau à moteur de grande pêche coûtera deux ou trois fois plus que celui d'un petit voilier d'autrefois, mais il est établi par les constatations faites depuis 1910 qu'il pêchera en moyenne quatre ou cinq fois plus. L'emploi généralisé des moteurs à pétrole constituera d'autre part, un progrès des plus important. A ce point de vue, l'exemple des pays étrangers, celui du Japon, notamment, est des plus caractéristiques. La consommation du poisson s'est extraordinairement développée dans ce pays où près de 40.000 bateaux pratiquent la pêche, le nombre des bateaux à moteur consacrés à ce service spécial est passé, en neuf ans, de 7 à 2.748, c'est-à-dire de 107 à 48.631 chevaux.

Les Japonais réalisent, avec ces bateaux, des pêches très supérieures à celles qu'ils faisaient auparavant, et leurs gains se développent parallèlement à l'intensification de leur pêche, bien qu'ils s'en tiennent à des barques de 10 à 15 mètres de long et que la puissance moyenne des moteurs employés ne soit que d'environ 17 chevaux (1916).

Dans le monde des pêcheurs français l'emploi du bateau à vapeur ou à moteur

actuel était, jusqu'ici envisagé avec une méfiance persistante.

Or, d'une part, le Comité central des Armateurs de France insiste d'une façon spéciale pour que, désormais, on ne construise plus que des bateaux de pêche à moteur et, d'autre part, les pêcheurs eux-mêmes réclament maintenant l'emploi du moteur.

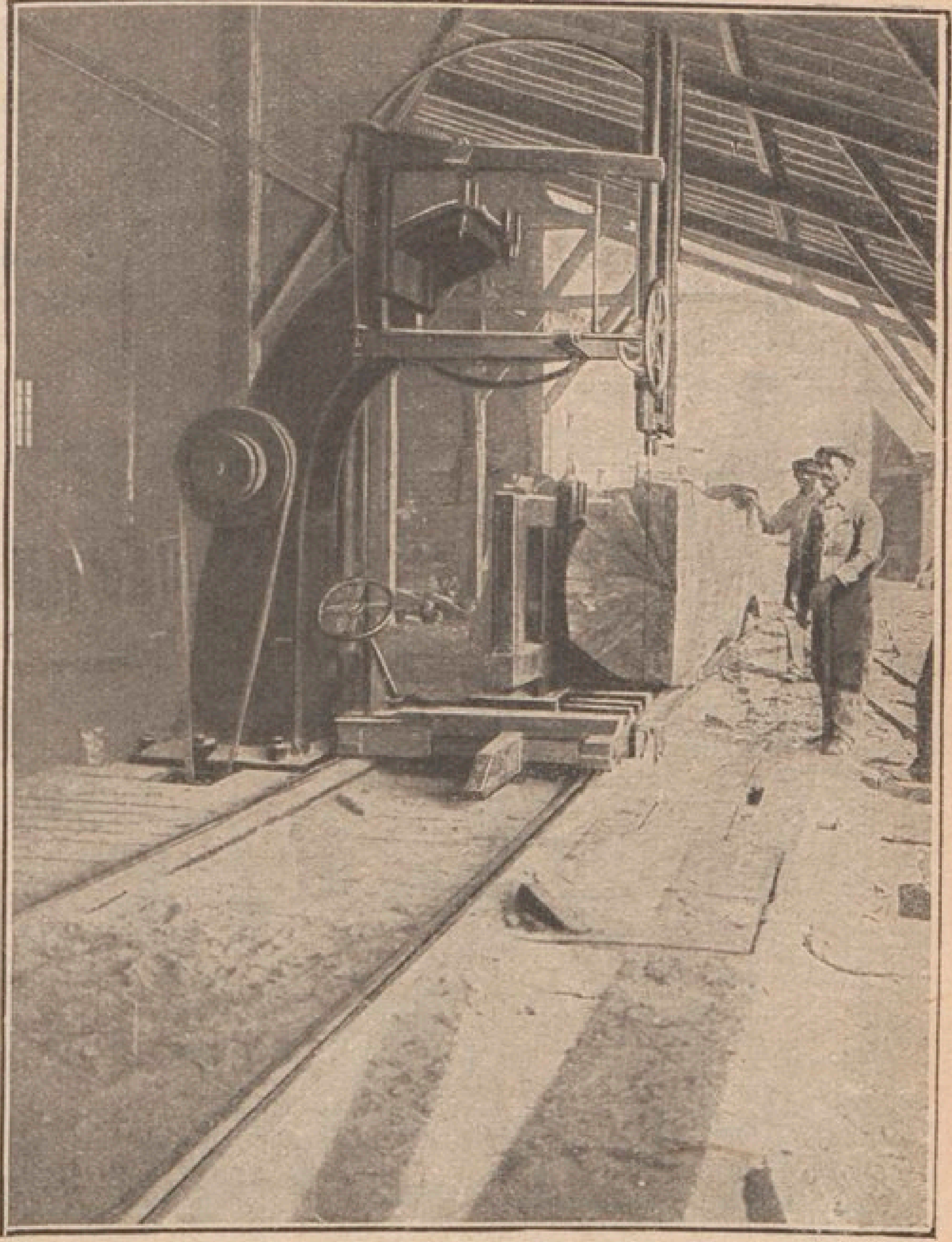
Dans une enquête faite récemment par le Commissariat des Transports maritimes et de la Marine marchande, auprès des coopératives et des syndicats de pêcheurs, il a été constaté que dans huit sur dix des ports soumis à l'enquête officielle, les pêcheurs demandaient la construction de bateaux à moteur.

Signalons en passant que, pour recueillir le plein résultat que doit donner une flottille de pêche à moteur, il faut disposer de ports agencés en vue de ce trafic. Ces ports doivent être accessibles à toute heure et pourvus d'aménagements qui permettent de procéder très rapidement au déchargement de la pêche pendant que, dans le minimum de temps, les navires se ravitaillent en charbon, huile, pétrole, renouvellent leurs approvisionnements de vivres et d'eau potable, remplacent ou complètent leur matériel de navigation et de pêche. Les bateaux doivent donc aborder le long de quais spacieux, munis d'un outillage spécial et de voies ferrées. Il faut aussi que les ports de pêche soient absolument indépendants des ports de commerce ou que, tout au moins, les bassins formant un port de pêche aient leur vie propre et soient autonomes des darses voisines consacrées au commerce général.

Il devra exister aussi, pour le service des bateaux pêcheurs, des grils de carénage, des docks flottants ou des slipways, ainsi que des ateliers de réparation et de construction permettant une rapide mise en état.

Dans cet ordre d'idées, le projet de loi français prévoit la construction de grands ports de pêche et l'amélioration des petits ports et des stations de pêche existant déjà sur tout le littoral de nos trois mers.

Le premier effort à faire devrait être la modernisation du port de Boulogne, le plus grand port de pêche existant à l'heure actuelle en France, que l'on devrait rendre l'égal des grands ports étrangers tels que Grimsby, Hull, Lowestoft, Yarmouth, Aberdeen (Angleterre) ; Ymuiden (Pays-Bas) ; Cuxhaven et Geestemunde (Allemagne). Grimsby possédait, dès 1912, 528 chalutiers à vapeur et on y débarquait couramment près de 200.000 tonnes de poisson chaque année.



LES BOIS EN GRUME DÉBITÉS MÉCANIQUEMENT

Les chênes géants, venus des forêts du Morvan ou de la Franche-Comté, sont découpés en planche avec précision et rapidité par une scie à lame sans fin qu'un seul homme surveille facilement.

C'est, en effet, au port de Boulogne qu'appartiennent les grands chalutiers à vapeur *Maroc*, *Paris* et *Asie*. Ces deux derniers de 800 chevaux, construits pour MM. Poret, Lobez et C°, par les chantiers et ateliers A. Normand, du Havre, mesurent 55 mètres de longueur totale hors tout.

Lorient et La Rochelle se trouvent spécialement désignés par leur situation sur l'Océan pour devenir les grands marchés d'approvisionnement du centre et du sud de la France, avec possibilité d'organiser des expéditions pour un service d'importations vers la Suisse, l'Italie et l'Espagne

Ces deux ports se complètent l'un par l'autre, et il n'est pas téméraire d'affirmer

que le développement futur de chacun d'eux est très étroitement lié à celui de l'autre.

Enfin, sur la Méditerranée, un grand port doit être créé, non seulement pour le développement de la pêche locale, mais encore et surtout pour permettre une liaison avec les pêcheurs du Maroc et ceux de la Tunisie.

Les rapports des ingénieurs ont conduit à choisir l'emplacement de Port de Bouc, apte, d'une part, à desservir Marseille, et d'autre part, à expédier très commodément le poisson sur l'est et le sud-est de la France.

Les études faites ont porté sur cent quatre ports ou station de pêche, et, dans la plupart des cas, il a été reconnu que des modifications très profondes devraient être apportées dans leur organisation et leur outillage.

Enfin, la guerre a mis en lumière la nécessité d'utiliser les ressources considérables en poisson que l'on trouve d'une part, en Islande et, d'autre part, à Terre-Neuve, ainsi que sur les côtes du Maroc et de la Mauritanie.

Ce besoin, d'ailleurs, n'était pas spécial à la France, car l'Angleterre, notamment, a dû faire appel au poisson fourni par le Canada et par sa colonie de Terre-Neuve. Jusqu'en ces dernières années, le banc de Terre-Neuve était fréquenté uniquement par des voiliers, pêchant aux lignes et ne recueillant que la morue, laquelle était salée et séchée en vue d'une conservation plus ou moins longue.

Puis les chalutiers à vapeur se sont, en grande partie, substitués aux voiliers, mais eux, également, ne prenaient que la morue, seul poisson pouvant subir la salaison et la dessiccation nécessaires pour le conserver.

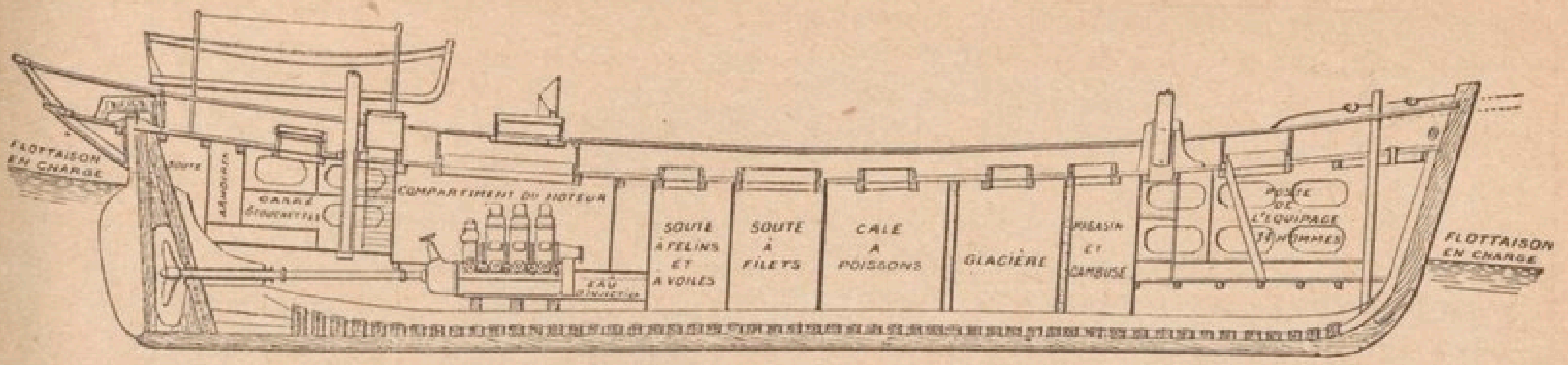
Mais si, dans la pêche aux lignes, on ne prend guère que de la morue, il n'en est pas ainsi quand c'est un chalutier qui opère car le chalut, aveugle, ramasse brutalement tout ce qu'il trouve sur son passage.

La morue étant seule recherchée, le chalutier rejette à l'eau des quantités formidables de poissons qui seraient parfaitement propres pour la consommation et qui sont même bien supérieurs à la morue elle-même.

Le seul moyen d'employer ce poisson est de le congeler, et cette industrie a pris, dans ces dernières années, une extension énorme aux Etats-Unis, au Canada et à Terre-Neuve.

OSSATURE D'UN CHALAND EN BOIS DESTINÉ AU TRANSPORT DES LIQUIDES

Les membrures ont été fixées solidement sur la quille en chêne, qui est celle que l'on voit représentée isolée à la page 520. A gauche, on remarque un bâtiment de la même série en cours de construction.



COUPE LONGITUDINALE D'UN HARANGUIER EN BOIS TYPE FÉCAMP

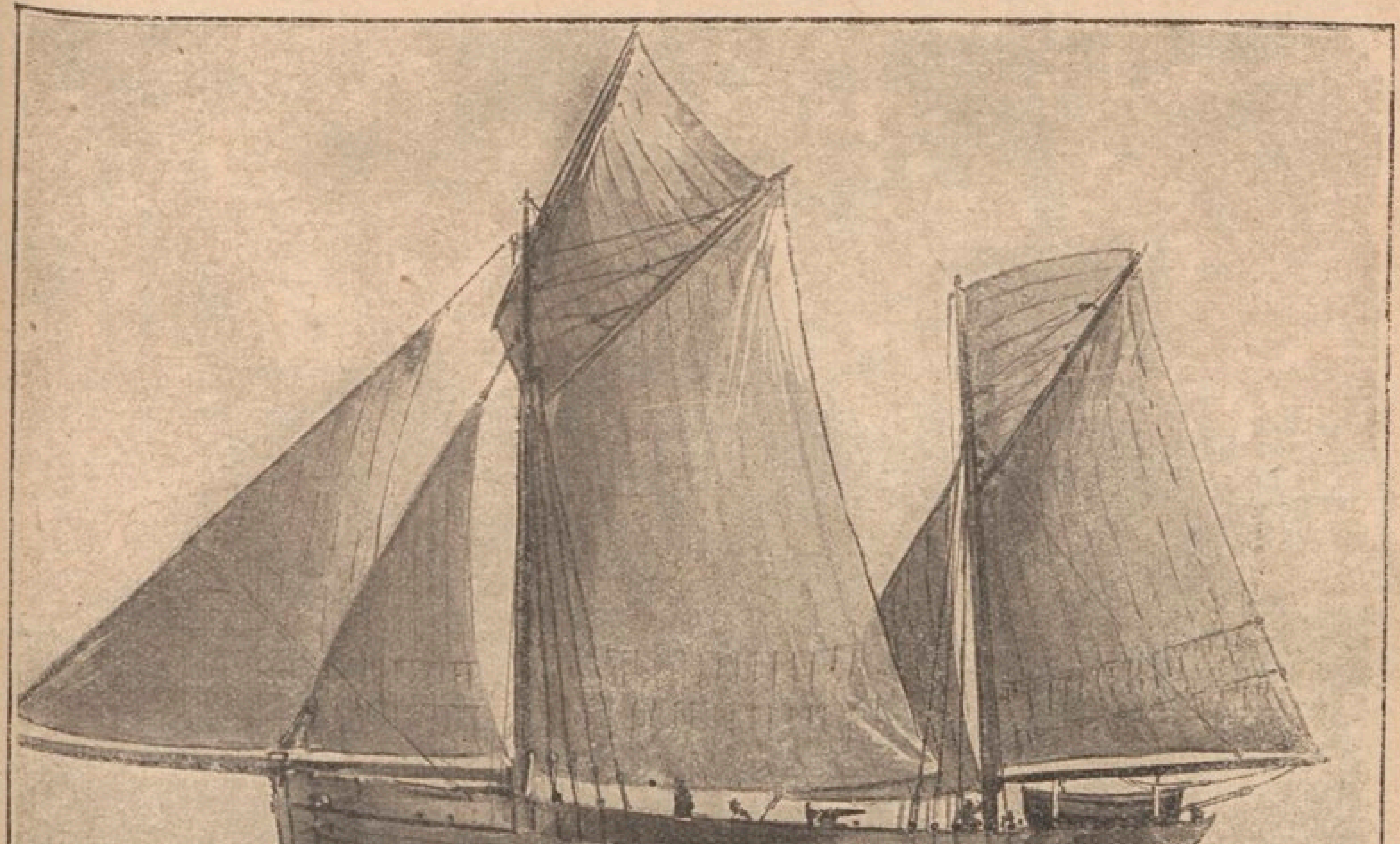
Ce bâtiment en bois, analogue au voilier dont le dessin ci-dessous montre l'ensemble, est pourvu de tous les perfectionnements modernes. En avant du compartiment où est installé le moteur à pétrole actionnant l'hélice, on voit les soutes à filin et à voiles, la soute à filets, la cale à poisson, la glacière et un confortable poste d'équipage pour 14 hommes. C'est un type de bateau très marin à bord duquel on pourrait même faire de très agréables croisières si on le transformait quelque peu en vue du yachting.

On compte une cinquantaine d'entrepôts frigorifiques perfectionnés pour poisson récemment installés sur les côtes de la Nouvelle-Ecosse et dans les environs du cap Cod.

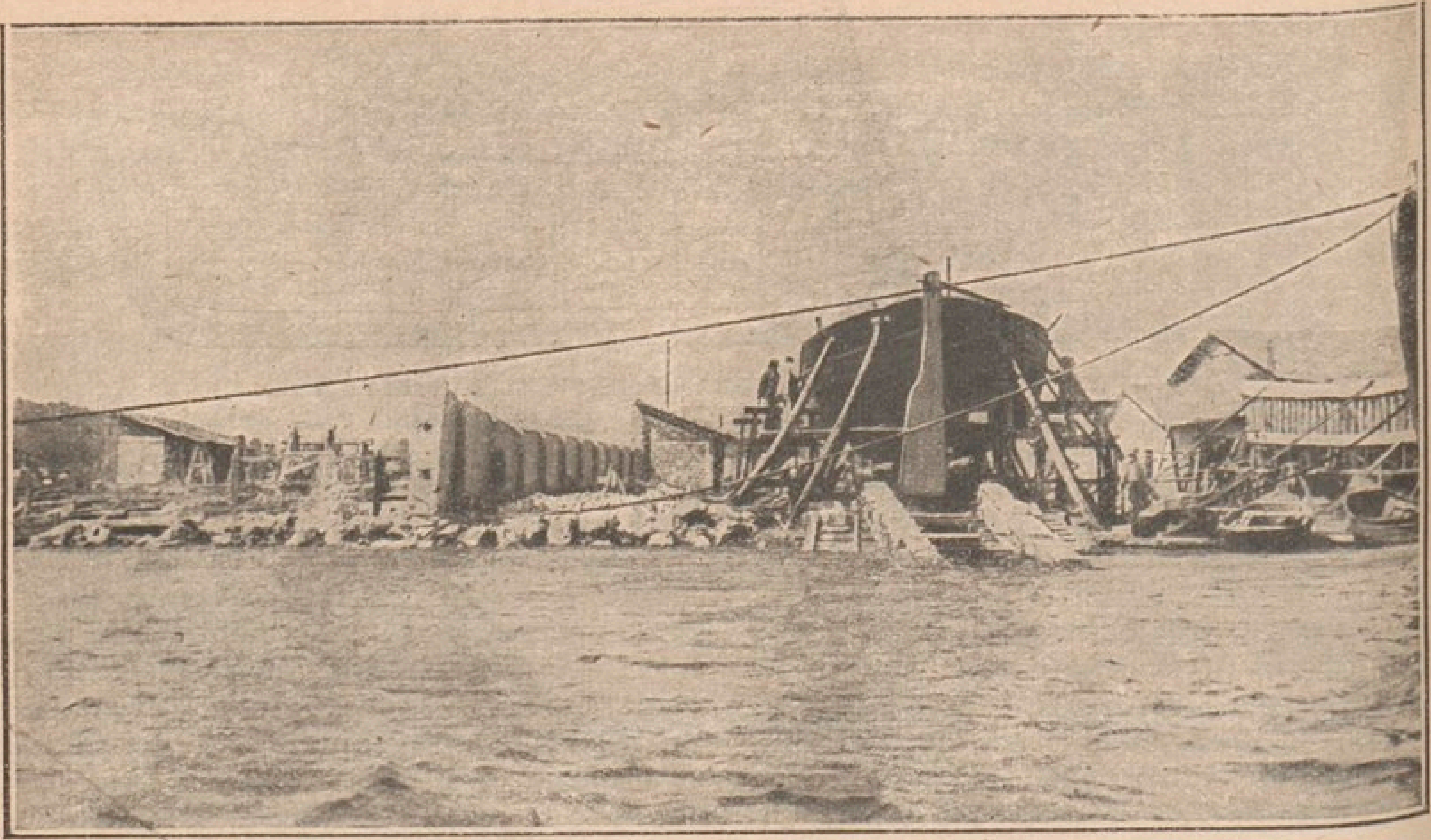
La colonie de Terre-Neuve a construit, à Saint-Jean-de-Terre-Neuve, un grand frigorifique et a pu, l'année dernière, exporter en Angleterre des quantités considérables de poisson congelé qui se sont bien vendues.

Un frigorifique est en construction à Saint-Pierre et Miquelon, et on étudie actuellement quelles sont les modifications pouvant être apportées au port de Saint-Pierre pour lui permettre de recevoir, non seulement des chalutiers à vapeur ou à moteur, mais aussi de grands cargos frigorifiques destinés à transporter en France le poisson congelé.

D'une manière générale, le nombre et le tonnage des navires à voiles ont beaucoup diminué depuis quelques années sous l'influence de l'essor pris par les constructions en acier et aussi grâce à la guerre sous-marine. La France vient, à ce point de vue, au cinquième rang, avec 820 navires et

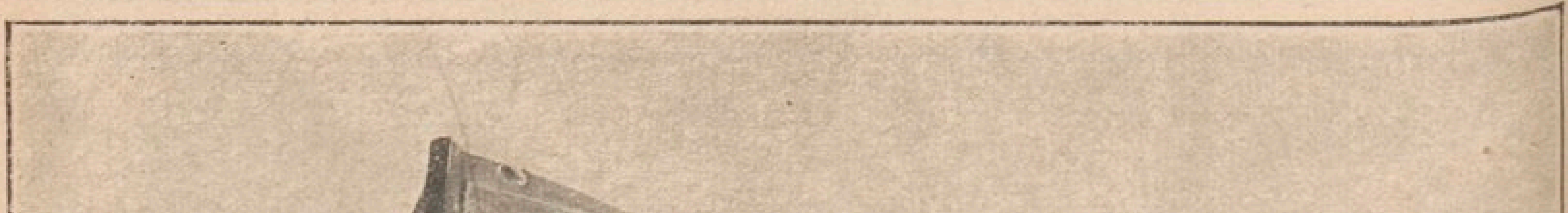


DUNDEE HARANGUIER EN BOIS TYPE FÉCAMP CONSTRUIT A SAINT-MALO



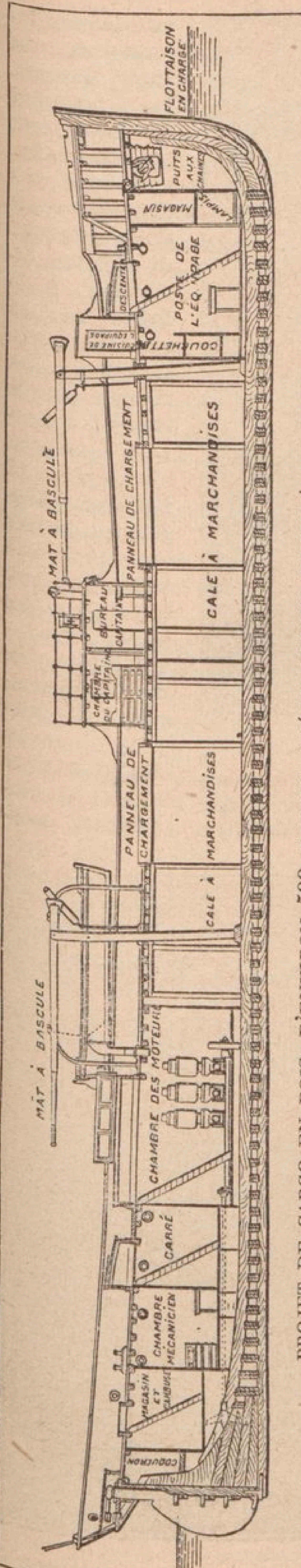
PHOTOGRAPHIE PRISE SUR LES BORDS DE L'ÉTANG DE BERRE

On voit que les chantiers de construction de navires en bois les mieux installés se contentent de moyens beaucoup plus primitifs que ceux qui sont actuellement de rigueur dans les établissements s'occupant de la fourniture des batiments en acier. Ces derniers possèdent tous des appareils de levage très onéreux.



CHALAND DE MER EN BOIS AFFECTÉ AU TRANSPORT DES LIQUIDES

On a pu constater, pendant la guerre, les services inattendus que peuvent rendre les chalands-citernes en bois pour le transport des vins et autres liquides. Le fait d'être constamment mouillé rend le bois étanche à l'eau de mer, même sans aucun doublage, aussi ce type de bâtiment se répand-il dans le Midi.



PROJET DE CARGO EN BOIS, D'ENVIRON 500 TONNES, SPÉCIALEMENT DESTINÉ AU GRAND CABOTAGE

La coupe ci-dessus montre quel parti le constructeur a su tirer du programme qui lui était imposé. Les deux cales à marchandises ont chacune environ 10 mètres de longueur sur 7 mètres de largeur et 3 mètres de hauteur, soit en tout 210 mètres cubes. Deux moteurs à pétrole lourd actionnent les hélices jumelles et impriment au navire une vitesse de 10 nœuds. Les officiers et l'équipage sont confortablement installés dans des chambres et dans des postes faciles à maintenir propres et bien aérés. On a pu faire aux grands cargos en bois des reproches justifiés, mais il ne saurait en être de même pour de petits bâtiments de 500 tonnes au maximum dont les cales peuvent rester parfaitement sèches par tous les temps. Grâce à l'emploi du pétrole lourd, les dangers d'incendie sont pour ainsi dire nuls et on évite l'emploi des dispositifs spéciaux qui sont de rigueur quand on utilise l'essence.

324.600 tonnes brutes après les Etats-Unis, qui ont une flotte considérable, l'Angleterre, la Russie, l'Allemagne et la Norvège.

Il serait avantageux pour nous que cette situation changeât, malgré l'intérêt que peut avoir la substitution de l'acier au bois pour les coques de fort tonnage. Etant donné la facilité avec laquelle on organise un chantier pour la construction de navires en bois à moteur, la constitution rapide d'une flotte nombreuse et tout à fait moderne de ces bâtiments constituerait une opération intéressante pour les chantiers ainsi que pour les armateurs se livrant à la pêche et au cabotage.

Le sous-secrétaire d'Etat des Transports maritimes et de la Marine marchande, dans le but de hâter la reconstitution de notre flotte de pêche, a commandé dans divers chantiers français 150 bateaux en bois à moteur de divers types. 40 haranguiers sont en construction à Saint-Malo et aux Martigues (Bouches-du-Rhône), dans les chantiers modernes qu'ont installés, dans cette dernière localité, MM. G.-A. Valenciennes et C[ie], sur les bords du magnifique étang de Berre. 40 thonniers sont également en chantiers, ainsi qu'un certain nombre de bateaux du type dit des Sables-d'Olonne. Les fonds nécessaires sont prélevés sur le crédit de 1.800 millions demandé au Parlement pour la reconstitution de la marine marchande française et dont 200 millions environ doivent être dépensés très prochainement pour encourager la remise sur pied de notre flotte de grande et de moyenne pêches.

Le grand avantage de l'emploi du bois est la rapidité de construction que l'on peut atteindre, tout en n'utilisant que des matériaux ordinaires exclusivement français.

En faisant venir par wagons complets des chênes en grume du Jura, il suffit, pour se procurer presque tous les éléments d'une coque, de monter dans le chantier une grande scie mécanique à chariot, permettant le débitage en planches de troncs de fort diamètre ayant plusieurs mètres de longueur.

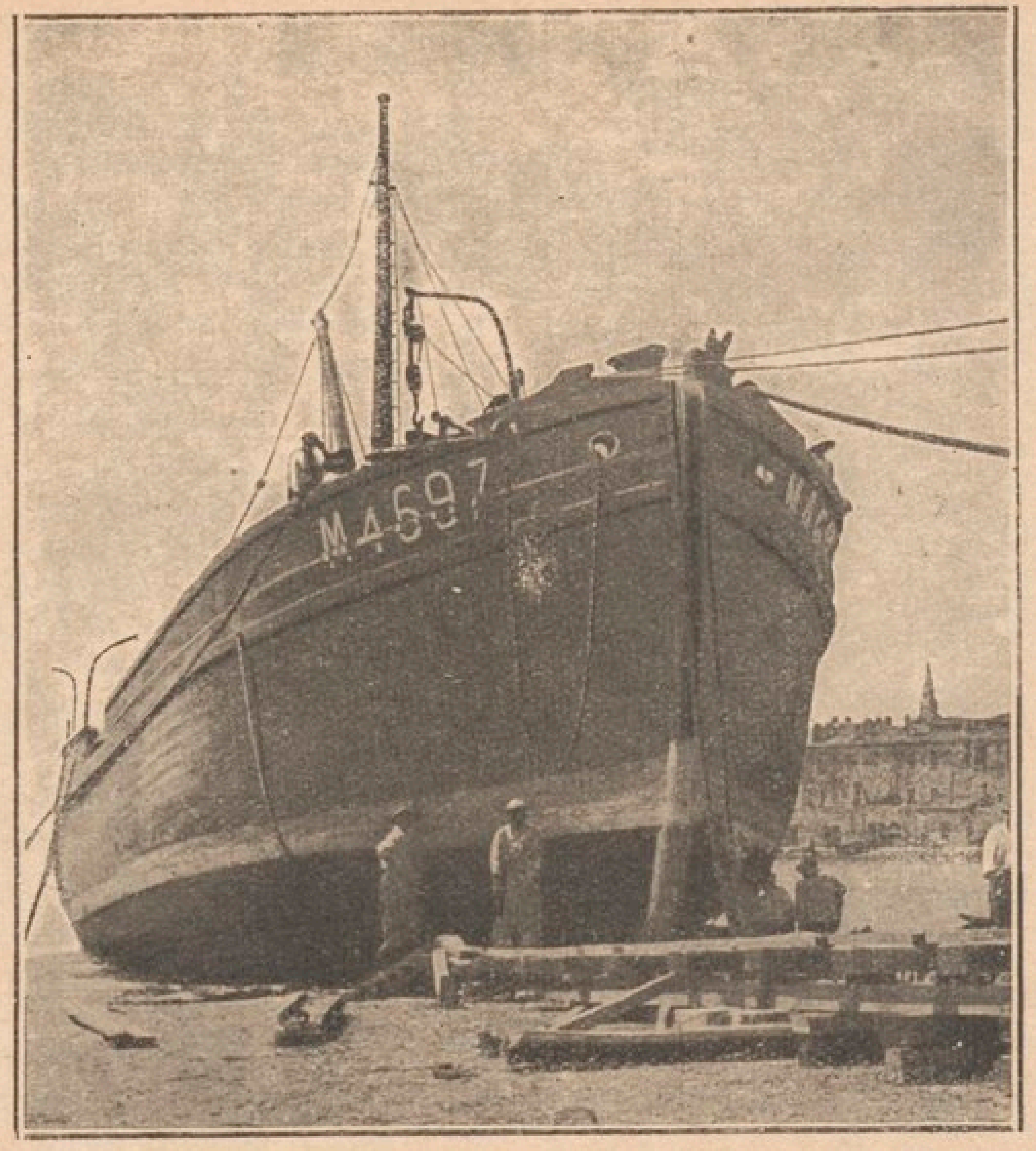
En comparant les photographies, pages 522 et 523, on se rend compte de l'avantage que présente le procédé mécanique par rapport au travail fourni par les scieurs de long. Les chantiers qui entreprennent ce genre de construction ont, d'ailleurs, intérêt à soumissionner à la fois une vingtaine de navires au moins, de manière à pouvoir travailler en série pour diminuer les prix.

Les dundees haranguiers type Fécamp, sont de fort jolis bateaux de pêche à deux mâts auxquels leur puissante voilure et leurs formes spéciales donnent une bonne

vitesse et surtout une excellente tenue à la mer. Un bateau analogue a été étudié par les chantiers G.-A. Valenciennes et Cie, de Martigues ? Ce bâtiment, qui dérive de la tartane méditerranéenne, a une largeur extérieure d'environ 8 mètres et un creux maximum de 3 m. 50 pour une longueur de 26 m. 40.

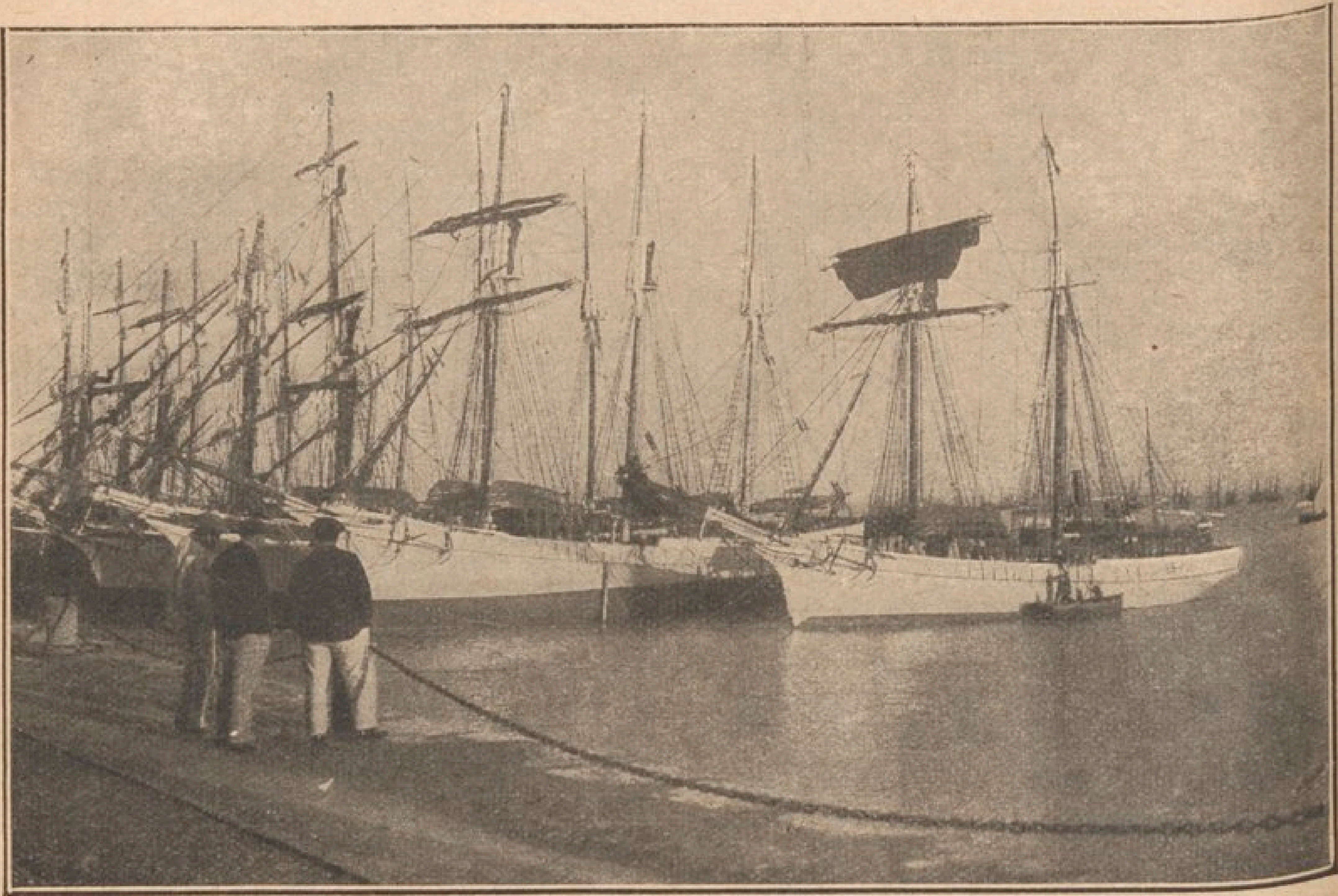
La coque, de formes plus fines que celle des haranguiers fécampois, convient à la mer aux flots bleus qui la berce par beau temps, mais dont les soudaines fureurs ont aussi leurs dangers. Les haranguiers de Fécamp ont, au contraire, une coque renflée vers l'avant qui leur permet de s'élever facilement à la lame sur la grande houle de l'Océan. On modère ainsi le roulis qui pourrait, sans cela, s'exagérer à l'excès sous l'influence de leur importante voilure, malgré la présence des voiles d'étai.

Le thonier de 20 mètres, mixte, à moteur, dont les Etablissements Blériot, de Suresnes, cons-



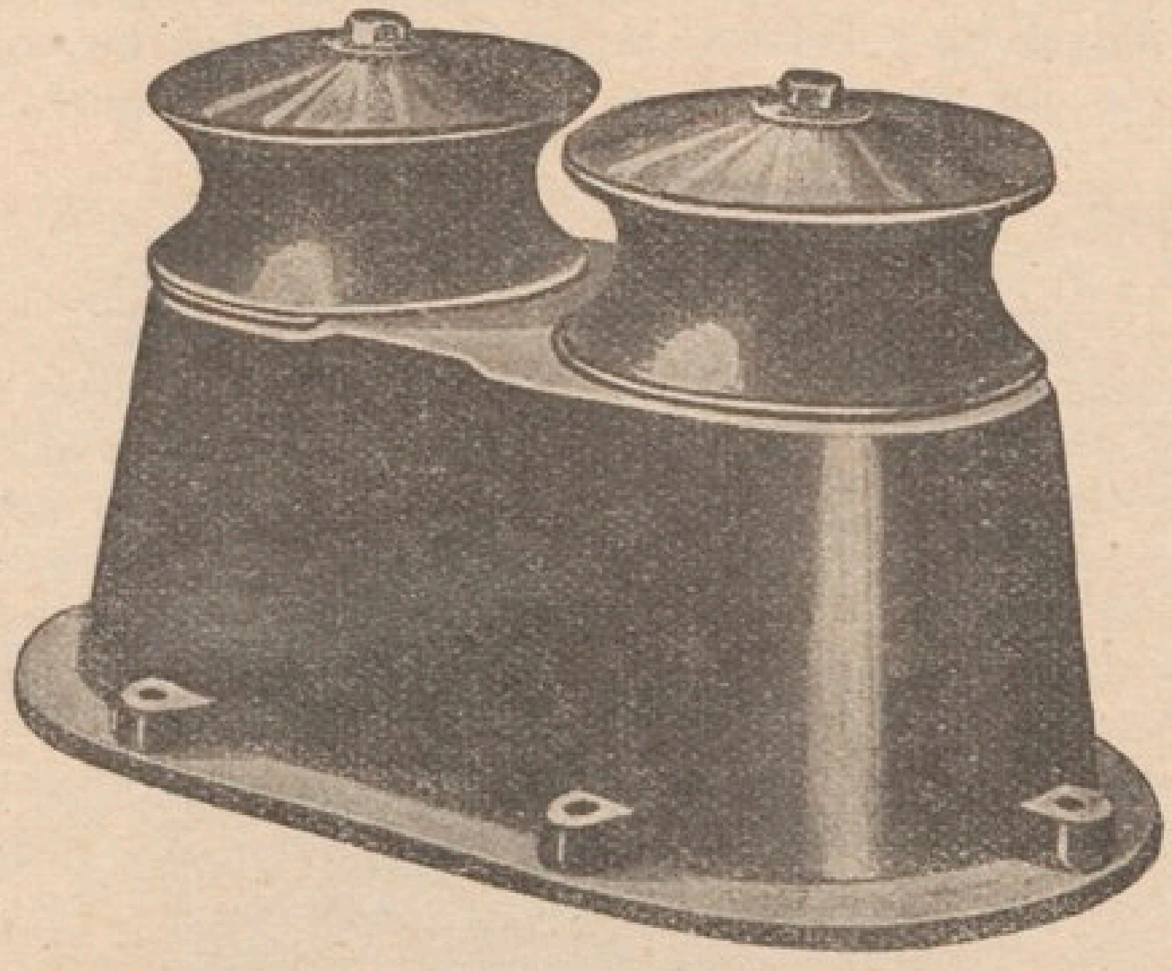
COQUE DE BATEAU DE PÊCHE EN BOIS

Cette embarcation a été mise à sec pour réparations. On a reconnu le parfait état des fonds et de toute la carène, malgré ses quinze années d'un service ininterrompu par tous les temps.



GOÉLETTES SE PRÉPARANT A PARTIR POUR LA PÊCHE DE LA MORUE EN ISLANDE

truisent en ce moment une importante série, est un bateau très robuste pouvant rester jusqu'à quinze jours en mer sans avoir besoin de faire escale. La pêche est conservée à bord dans une cale à poisson d'une capacité d'environ 20 mètres cubes et située entre le compartiment du moteur et la soute à glace. La coque, extrêmement solide, permet l'échouage en charge dans de bonnes conditions sans risque de déformation ni de rupture. La plupart des chantiers s'occupant de la fourniture des navires en bois construisent des thonniers de ce modèle, qui est très apprécié par tous nos armateurs français.

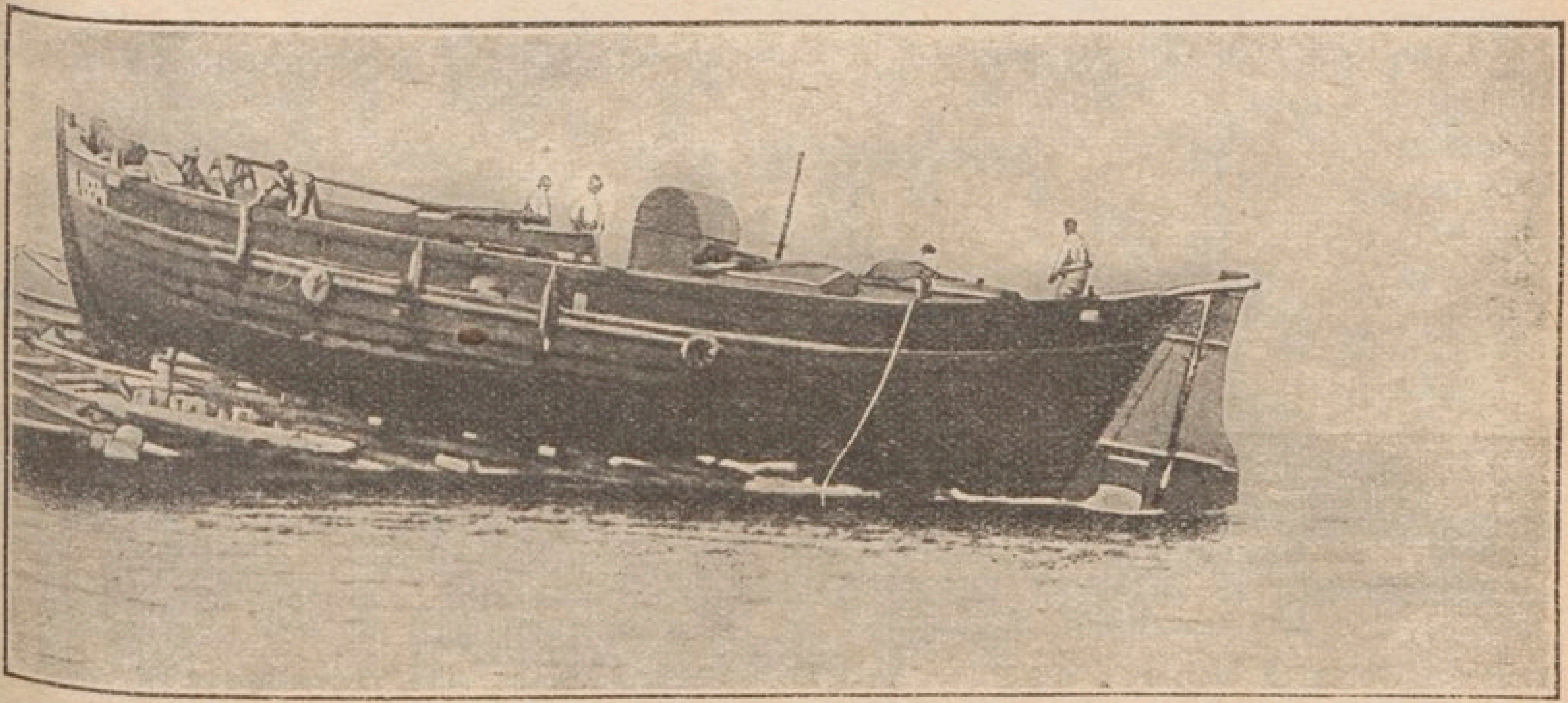


DOUBLE POULIE A GORGE EMPLOYÉE POUR LE RELEVAGE DES CHALUTS DE GRANDE PÊCHE

Le câble d'acier auquel est fixé le chalut passe entre les deux poulies d'acier coulé et se dirige de là vers le tambour du treuil à vapeur servant au relevage.

On peut également construire d'excellents chalands en bois pour services fluviaux ou maritimes sans qu'on ait à craindre d'inconvénients quelconques résultant d'une usure plus rapide ou de frais d'entretien et de réparations plus élevés que ceux qui correspondent aux coques similaires exécutées en acier. Un chaland de 28 mètres de longueur, avec 4 m. 35 de largeur extérieure au maître couple, et 1 m. 10 de tirant d'eau à la flottaison, jaugeant 108 tonnes, peut être parfaitement établi en bois et construit rapidement à très bon compte, comme la pratique l'a déjà prouvé.

Il en est de même des remorqueurs en bois dont nous avons vu en service d'excellents types qui pourraient servir de modèles pour des constructions neuves en apportant aux plans quelques perfectionnements suggérés par la pratique et par les progrès réalisés depuis quelques années. On doit aux chantiers déjà cités plus haut un remorqueur fort bien compris, propulsé au moyen de deux moteurs à pétrole ordinaire actionnant une paire d'hélices jumelles. Le navire, étudié spécialement pour la navigation sur des fleuves à faible profondeur, mesure 40 mètres de longueur et 5 m. 50 de largeur ; le déplacement ne dépasse pas 110 tonnes, avec un tirant d'eau d'environ 1 mètre. Ce genre de remorqueur peut être modifié et renforcé pour la navigation maritime, de



TARTANE DE PÊCHE MISE A SEC AU BORD DE L'ÉTANG DE BERRE

Les bords de cette petite mer intérieure de 15.500 hectares de superficie sont très favorables pour l'établissement de chantiers de constructions navales. Elle comporte plusieurs ports à Martigues, Berre, Rognac et Saint-Chamas, où se trouve une importante poudrerie. Ce centre industriel se développe rapidement.

même que le modèle de chaland décrit ci-dessus. On peut aussi établir des chalands de haute mer automoteurs pouvant déplacer 700 tonnes, la cale représentant 525 mètres cubes. La coque a 42 mètres de longueur entre perpendiculaires et 8 m. 25 de largeur, avec un tirant d'eau moyen de 3 mètres. La propulsion est assurée au moyen d'une hélice centrale actionnée par un moteur à pétrole de 200 chevaux. Entre ce chaland de haute mer et un petit cargo côtier, la différence n'est pas très grande et certains chantiers ont établi des plans de petits bâtiments charbonniers pouvant servir pour le grand cabotage.

Dans un article récent, M. Raymond Lestonnat a, fort à propos, insisté sur l'intérêt qu'il y aurait à confier au corps enseignant français la haute mission d'attirer l'attention de la nation tout entière sur les choses de la marine et à terrasser une fois pour toutes l'« ignorantisme naval » malheureusement si ancré chez nous.

CALE DE LANCEMENT EN BOIS POUR BATEAUX DE PÊCHE

Nous ajouterons ici que les industries de la pêche doivent attirer un grand nombre de nos concitoyens que les conséquences de la guerre a obligés à changer de métier. Il y a beaucoup d'argent à gagner pour qui fera construire sans retard un ou plusieurs voiliers en bois à moteur et les exploitera rationnellement, aussi bien le long de nos côtes françaises, qu'en Algérie, en Tunisie ou au Maroc. Il suffirait d'oser pour réussir.

Ne laissons pas au gouvernement l'initiative de s'atteler seul au relèvement de notre marine. Que chaque Français contribue pour sa part, directement ou indirectement, à cette œuvre nationale qui a une importance vitale pour notre pays si fortement éprouvé.

N'oublions pas qu'il existait en Allemagne avant la guerre, cinquante-six écoles de pêche dont les cours, en dehors des matières enseignées dans nos écoles similaires, comprenaient l'enseignement de la télégraphie sans fil et de la technique des moteurs à combustion interne. Cet enseignement, si essentiellement pratique, parfaitement bien adapté aux besoins des pêcheurs, était également conçu en vue de leur spécialisation ultérieure dans la marine militaire.

On doit considérer qu'avant la guerre, un chalutier à vapeur consommait par vingt-quatre heures 312 francs de charbon à 25 francs la tonne, tandis qu'un chalutier à moteur ne brûlait que 155 francs d'huile lourde à 80 francs la tonne, tout en ayant un rayon d'action de 625 heures contre 500. On voit donc qu'un armateur aurait actuellement un bénéfice considérable à monter une flottille de pêche composée de bateaux en bois munis de moteurs à huile lourde ou à pétrole, car le prix du charbon a augmenté dans de fortes proportions, ce qui rend encore plus intéressante l'exploitation des bateaux à moteur. Il faut espérer que la France saura prendre dans cette industrie la place importante qu'elle n'aurait pas dû dédaigner.

L'union de l'initiative privée et de l'action gouvernementale doit produire ce résultat si impatiemment attendu du public.

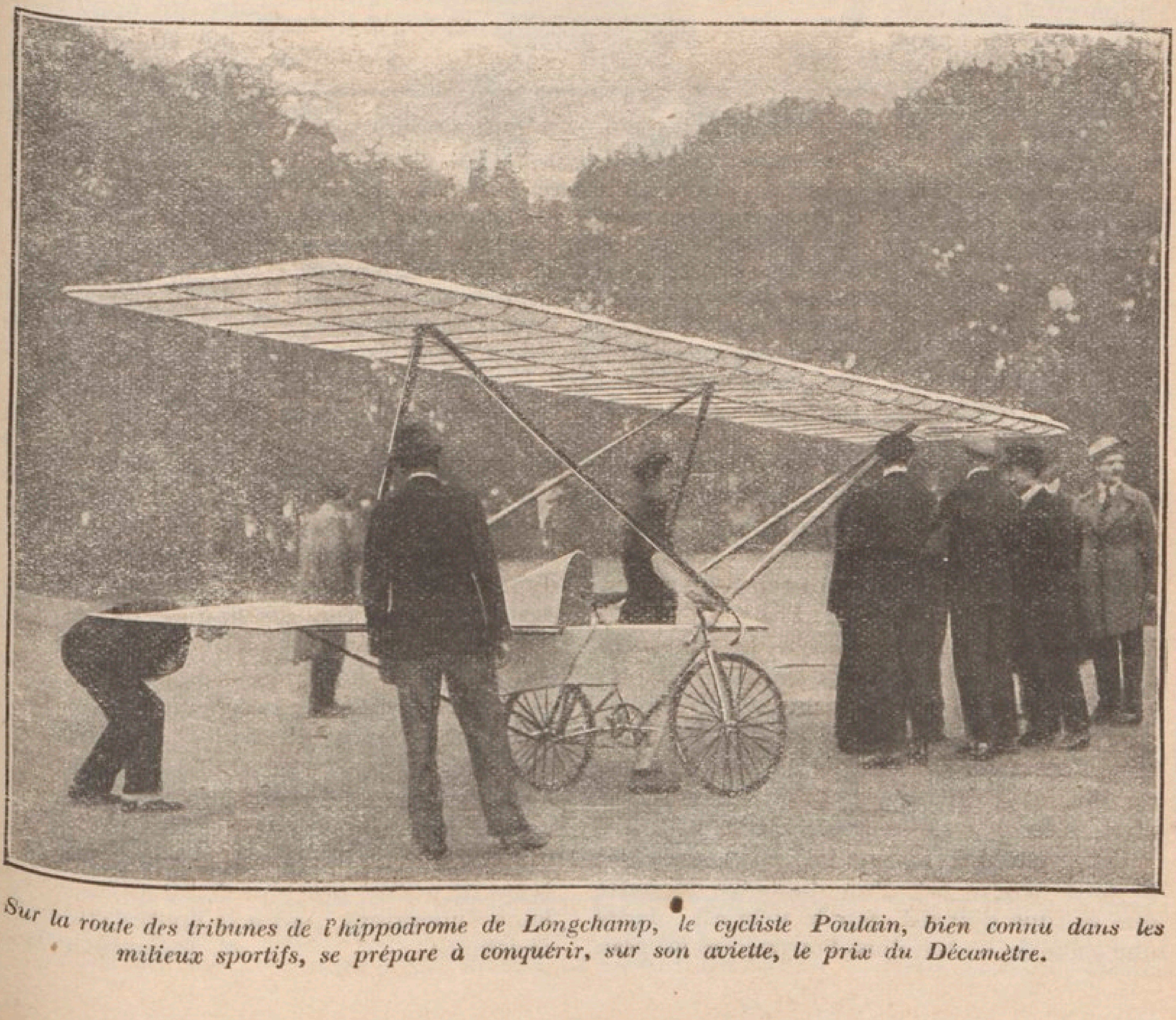
A. GILLEQUIN.

L'AVIETTE DOIT PERMETTRE AU CYCLISTE DE QUITTER LE SOL ET DE VOLER

Par François BARTHÉLEMY

L'IDÉE d'adapter à une bicyclette les ailes d'un avion et d'essayer de s'enlever ainsi dans les airs, aidé par les seules forces musculaires du cycliste, n'est pas d'hier. On nous raconte qu'en 1851 déjà, le 1er août, à 4 heures du matin, dans Neuilly, sur les bords de la Seine, ainsi que le constate un procès verbal signé de Villemessant et de dix autres témoins oculaires, « un certain Thomas d'Arville parvint à s'enlever, en appuyant sur la cinquième et la sixième pédale de sa machine ailée, jusqu'à la hauteur de trois cents pieds, mesurée au fil à plomb, et à parcourir en l'air un espace aussi large que le champ de Mars ». Mais cette équipée sensationnelle n'eut pas de lendemain et il a fallu attendre les expériences et les exploits des Wright, des Santos Dumont, Latham et Blériot pour que l'idée de la bicyclette ailée, de l'aviette, ainsi qu'on l'a baptisée, soit reprise. On a essayé de munir l'appareil d'une hélice qu'actionnaient les pédales, les roues restant libres ; et nous nous souvenons d'avoir assisté, il y a quelque dix ans, à des expériences, non couronnées de succès d'ailleurs, autour du lac du Vésinet ; ce mode de propulsion ne permettait pas d'atteindre la vitesse que l'on obtenait avec une bicyclette ordinaire ; il n'y fallait donc pas songer pour essayer de s'envoler.

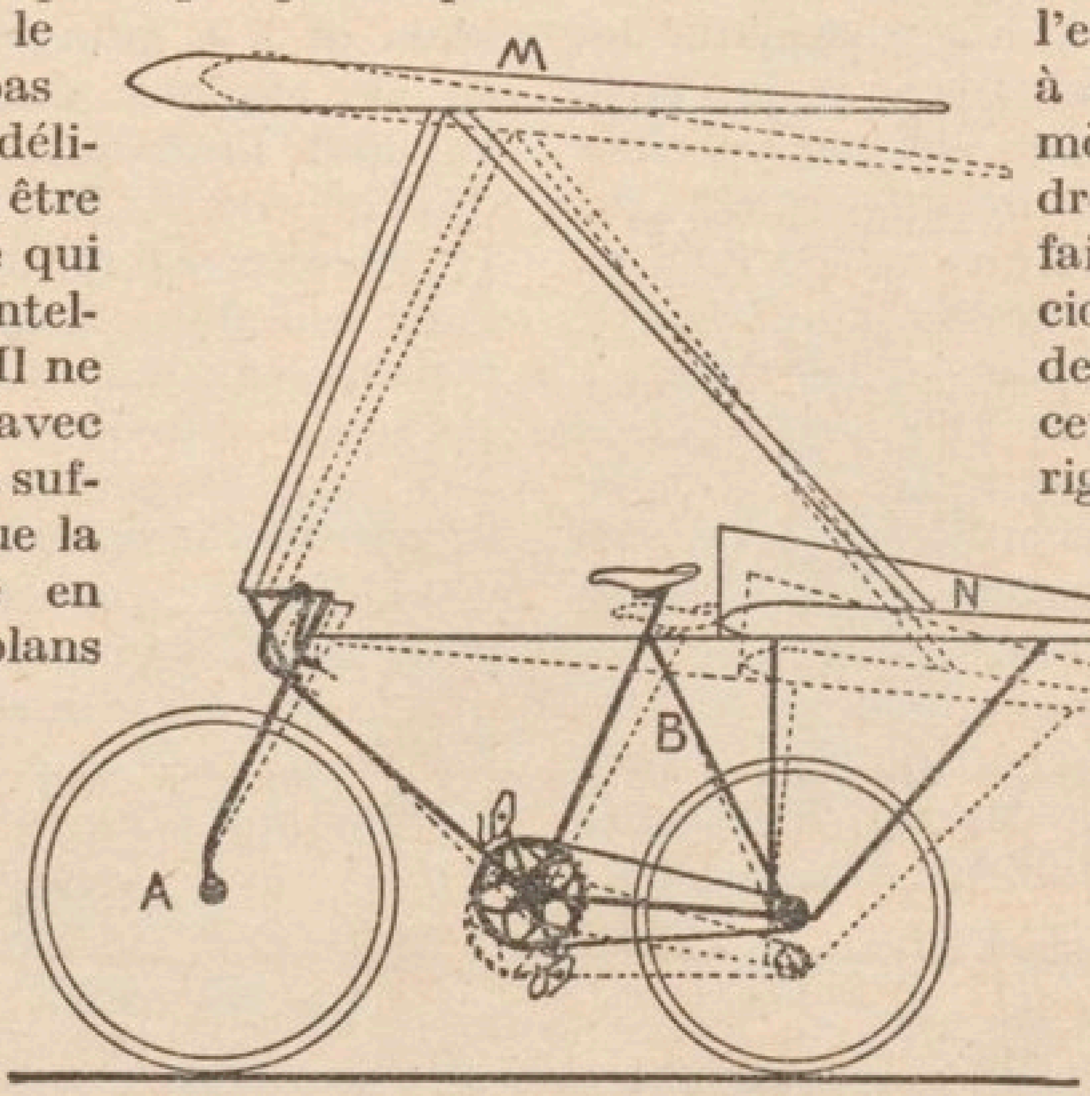
C'est alors que, pour encourager les inventeurs et pour favoriser de nouvelles tenta-



Sur la route des tribunes de l'hippodrome de Longchamp, le cycliste Poulain, bien connu dans les milieux sportifs, se prépare à conquérir, sur son aviette, le prix du Décamètre.

tives, M. Robert Peugeot institua le prix auquel on donna le nom de Prix du Décamètre. Ce prix, d'une valeur de 10.000 francs, doit être attribué au cycliste qui, par ses propres moyens, c'est-à-dire sans le secours d'un moteur qui en ferait un avion, mais avec l'aide de sa seule force musculaire, parviendra le premier à décoller sa machine du sol et à effectuer un bond d'au moins une dizaine de mètres, dans les deux sens.

Tel que le donateur l'a posé, quelque simple qu'il puisse paraître, le problème n'en est pas moins excessivement délicat, car l'homme devra être à la fois et la machine qui produit la force et l'intelligence qui la dirige. Il ne suffit pas d'atteindre, avec les jarrets, une vitesse suffisante, il faut aussi que la machine soit étudiée en conséquence, que les plans sustentateurs aient la forme, la dimension et la résistance voulues, que le poids de l'appareil et peut-être bien aussi sa forme soient calculés et appropriés au cycliste qui tentera la difficile expérience.



COUPE SCHÉMATIQUE DE L'AVIETTE POULAIN

Pour donner aux plans sustentateurs M *et* N *l'incidence nécessaire à l'envolée, le cycliste, à l'aide d'un verrou commandé du guidon, détache le cadre de la bicyclette de son point d'appui sur le moyeu de la roue arrière. Le cadre* B *s'affaisse et, pivotant autour du moyeu avant* A, *entraîne avec lui les plans* M *et* N. *Ceux-ci qui, suivant les traits noirs, étaient placés parallèles au sol, prennent la position oblique, indiquée par les traits pointillés, présentant à la couche d'air l'incidence voulue.*

La dernière en date est celle de Gabriel Poulain, le champion bien connu des habitués des vélodromes. Déjà, en 1913, il avait réussi quelques bonds qui lui permettaient tous les espoirs ; mais, arrêté par la guerre, il n'a pu reprendre que dernièrement l'étude de son aviette, dont il a confié l'établissement technique et la mise au point à la maison d'aviation Nieuport. A deux ou trois reprises, ces temps derniers, sur la route des tribunes de l'hippodrome de Longchamp, Poulain essaya la conquête du prix de 10.000 francs ; déjà, il avait pris son élan et s'apprêtait à accomplir la manœuvre qui devait favoriser son envolée, lorsqu'un tendeur un peu trop serré se rompit, et l'appareil, subitement déséquilibré, s'écroula et se brisa sur le sol.

Cet appareil comprend une bicyclette dont la roue arrière est d'un diamètre moindre que la roue d'avant. Sur le vélo est adapté une sorte de biplan dont l'envergure du plan supérieur est de 6 m. 50 sur 1 m. 20 et la surface portante de 14 mq. 66 ; le plan inférieur mesure 4 mètres sur 1 m. 40 ; à l'arrière, un petit gouvernail de direction. Le pilote, placé sur sa selle, se trouve au centre de la machine, un peu au-dessous du centre de gravité. Le poids total de l'appareil, construit en bois très léger et recouvert d'une soie vernie excessivement mince, est de 21 k. 200, la bicyclette pesant, à elle seule, 11 kilos. Les calculs ont été établis pour que l'ensemble puisse décoller à une allure de 36 kilomètres à l'heure. Le redressement s'obtient en faisant varier l'angle d'incidence du bord d'attaque des plans. Or, comme ceux-ci sont fixés de façon rigide au cadre de la bicyclette, c'est à l'aide d'un dispositif à la fois simple et ingénieux que cet angle peut se modifier. La partie du cadre qui appuie sur le moyeu de la roue arrière peut glisser sur l'axe de ce moyeu et décrire ainsi, en s'affaissant vers le sol, un arc de cercle dont le centre est le moyeu de la roue avant. Au moment où le pilote se rend compte qu'il a atteint la vitesse nécessaire, dix mètres à la seconde environ, il actionne à la main un levier, placé sur le guidon, et déclanche ainsi le verrou qui maintient le cadre sur le moyeu arrière. D'un coup de reins, il fait s'effondrer ce cadre sous lui et, comme l'indiquent les traits en pointillé du dessin ci-dessus, l'ensemble de l'appareil, pivotant autour du moyeu avant, donne aux plans sustentateurs l'incidence voulue pour favoriser l'enlèvement de la machine. L'accident qui a interrompu la première expérience de Poulain s'explique par ce fait que la recherche de la plus grande légèreté conduit inévitablement à une trop grande fragilité des organes qui composent l'appareil. Les organes porteurs ne pesant pas plus de 10 kilos, malgré leurs dimensions, sont à la limite extrême de résistance.

F. Barthélemy.

LA RAPIDITÉ DES TRANSPORTS DÉPEND BEAUCOUP DE L'AMÉNAGEMENT DES GARES A MARCHANDISES

Par Théodore MAGDELONE

PENDANT la guerre, la solution du problème des transports civils et militaires par voies ferrées était considérée à très juste titre comme un des principaux facteurs de la victoire des Alliés.

Cette question n'a rien perdu de son importance depuis la conclusion de la paix, bien au contraire, et le public français ne s'est jamais autant intéressé qu'actuellement à tout ce qui touche aux chemins de fer, surtout en ce qui concerne le mouvement de nos marchandises.

L'opération qui consiste à transporter, en un point quelconque du pays, un colis chargé sur wagon dans un port, ou remis à une gare française, paraît très simple aux esprits non avertis. On peut croire qu'il suffit simplement de prendre le wagon à quai pour l'incorporer dans un train qu'une locomotive emmène vers sa destination. Ainsi posé, le problème n'offre aucune difficulté apparente et semble pouvoir être résolu par un jeune écolier intelligent. Malheureusement, il n'en est pas ainsi dans la pratique et les techniciens, de même que les grands industriels, connaissent toute la complexité réelle offerte par l'acheminement d'une gare à une autre de wagons d'un modèle quelconque, chargés ou vides.

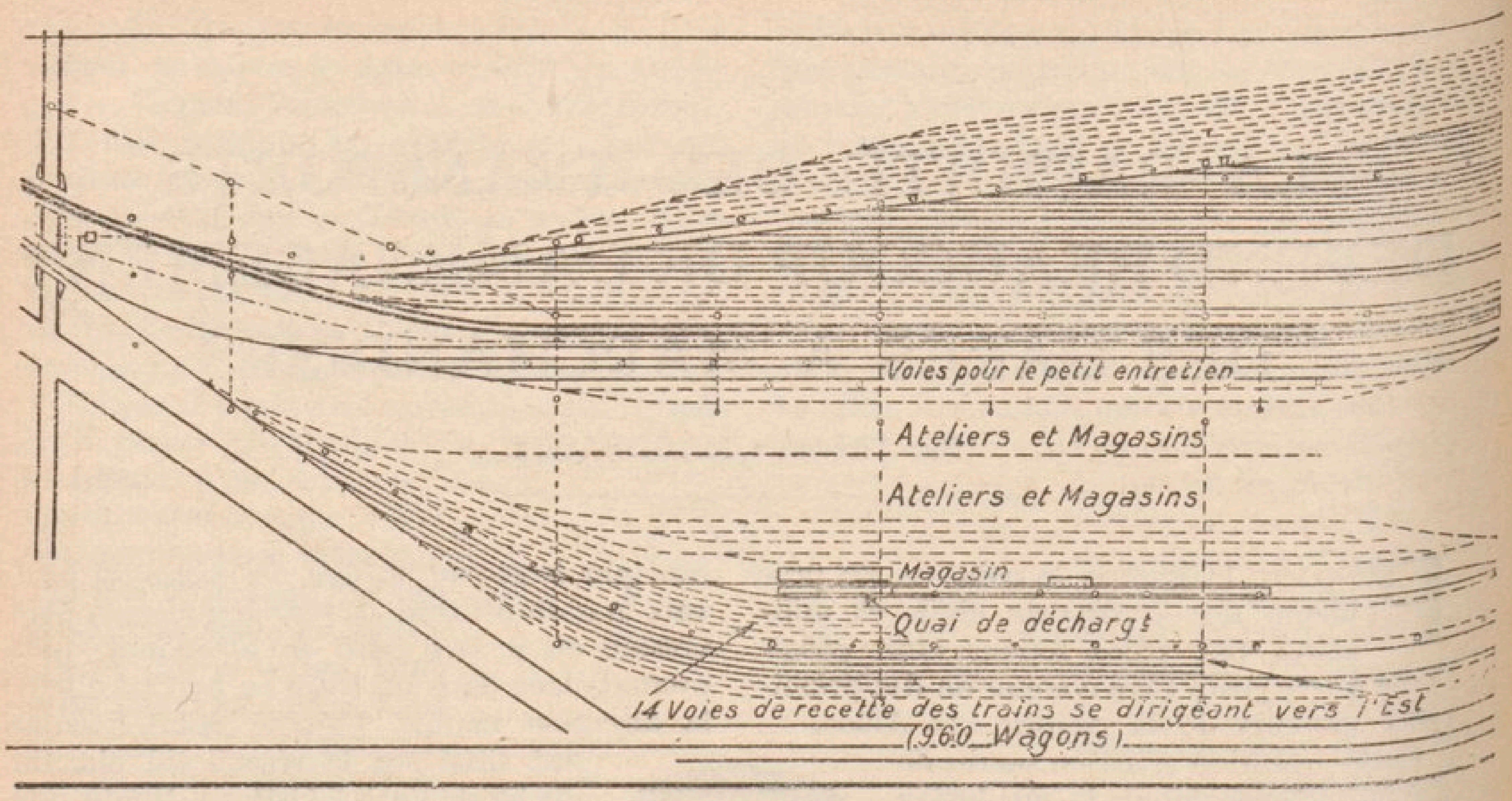
En effet, pour qu'une marchandise débarquée, par exemple, à Saint-Nazaire, parvienne à Lyon, il faut que le port dispose d'un wagon capable de la recevoir. Le véhicule sera ensuite remorqué en passant par le réseau spécial des voies du port vers la gare centrale de marchandises la plus voisine où il sera garé en attendant qu'il prenne place dans un train en partance vers la direction voulue. Comme Saint-Nazaire est situé sur le réseau du chemin de fer de Paris à Orléans, tandis que Lyon est une gare de la Compagnie des chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée, le wagon considéré devra transiter dans des gares d'échange telles que Saincaize. Moulins ou Saint-Germain-des-Fossés, pour passer d'un réseau sur l'autre.

Enfin, une fois que les agents de la Compagnie P.-L.-M. en auront pris possession des mains de ceux de la Compagnie d'Orléans, il parviendra à Lyon dans une gare de marchandises où le train sera décomposé à son arrivée, de manière à permettre la mise à quai des wagons qu'il comporte en vue de leur déchargement et de la livraison des colis.

Ces diverses opérations prennent un temps appréciable, généralement plus long que celui qui correspond à l'accomplissement du parcours direct lui-même.

Par conséquent, si l'on veut réduire au minimum le délai exigé par le transport d'un wagon de Saint-Nazaire à Lyon, il ne suffit pas d'agir sur les moyens employés pour lui faire franchir la distance qui sépare ces deux villes. Il ne faut pas croire qu'en attelant aux trains de fortes locomotives conduites par des mécaniciens expérimentés, on réalisera forcément les voyages les plus rapides. Toutes

CABESTAN A MÉCANISME ÉLECTRIQUE SOUTERRAIN POUR HALAGE DE PÉNICHES DANS UNE GARE D'EAU SITUÉE LE LONG D'UN CANAL



PLAN DE LA MOITIÉ OCCIDENTALE D'UNE GARE DE TRIAGE AMÉNAGÉE POUR LES
Ce genre de gare a été adopté dans le monde entier. Il permet d'effectuer toutes les opérations du trafic
installations de la Compagnie P.-L.-M., à Miramas (Bouches-du-Rhône) et à Villeneuve-Saint-Georges.

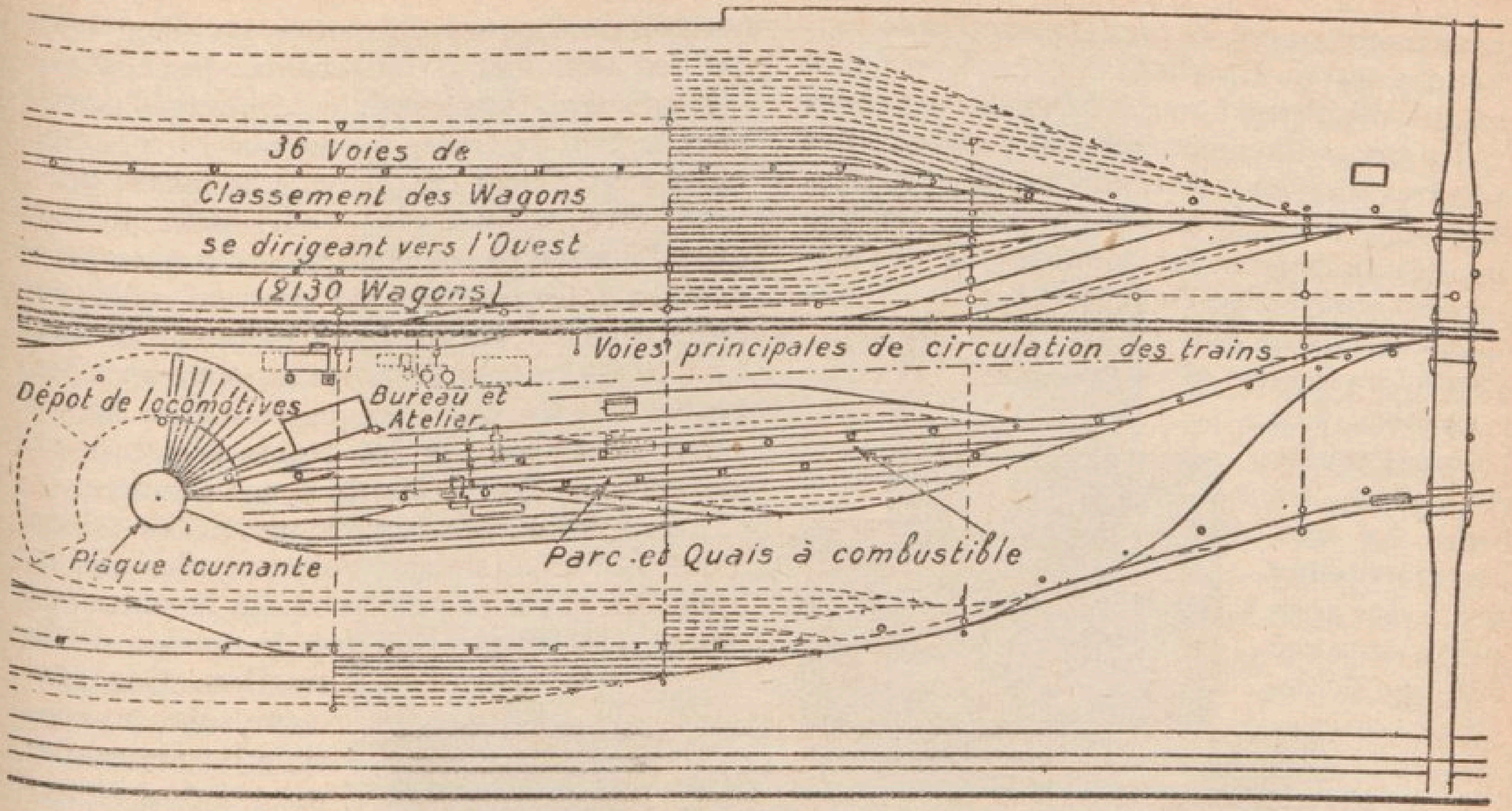
ces mesures seront inutiles et le wagon restera en route dix fois plus longtemps qu'il ne faudrait, si les gares d'expédition, d'échange et de réception ne sont pas pourvues des agencements les plus modernes et si elles ne sont pas dirigées avec compétence par un personnel soigneusement entraîné en vue de ce service si spécial et très délicat.

L'exploitation d'une voie ferrée en vue du transport des marchandises est une entreprise industrielle au bilan de laquelle figurent un matériel, des dépenses d'entretien, des frais de main-d'œuvre et de direction. L'ensemble de tous ces débours constitue un prix de revient qui laisse un bénéfice ou qui donne lieu à une perte, tout comme s'il s'agissait de l'exploitation d'une usine ordinaire.

Chaque geste d'un agent de chemin de fer dans le but de faire progresser un wagon plein ou vide de son point de départ vers sa gare de destination étant susceptible de grever le prix de revient, doit donc être conçu et exécuté de manière à donner lieu à la plus faible dépense possible pour la compagnie exploitante. Celle-ci devra, par conséquent, mettre entre les mains du personnel chargé des gares à marchandises des aménagements étudiés dans tous leurs détails en vue de la plus stricte économie, car les tarifs déterminant les taxes exigibles du public sont fixes et leur abaissement constant est considéré, à très juste titre, dans tous les pays, comme favorable au développement général du commerce et des industries diverses.

Cabestan électrique à commande par engrenages. Le mécanisme est complètement enfermé dans une cuve métallique étanche à couvercle amovible.

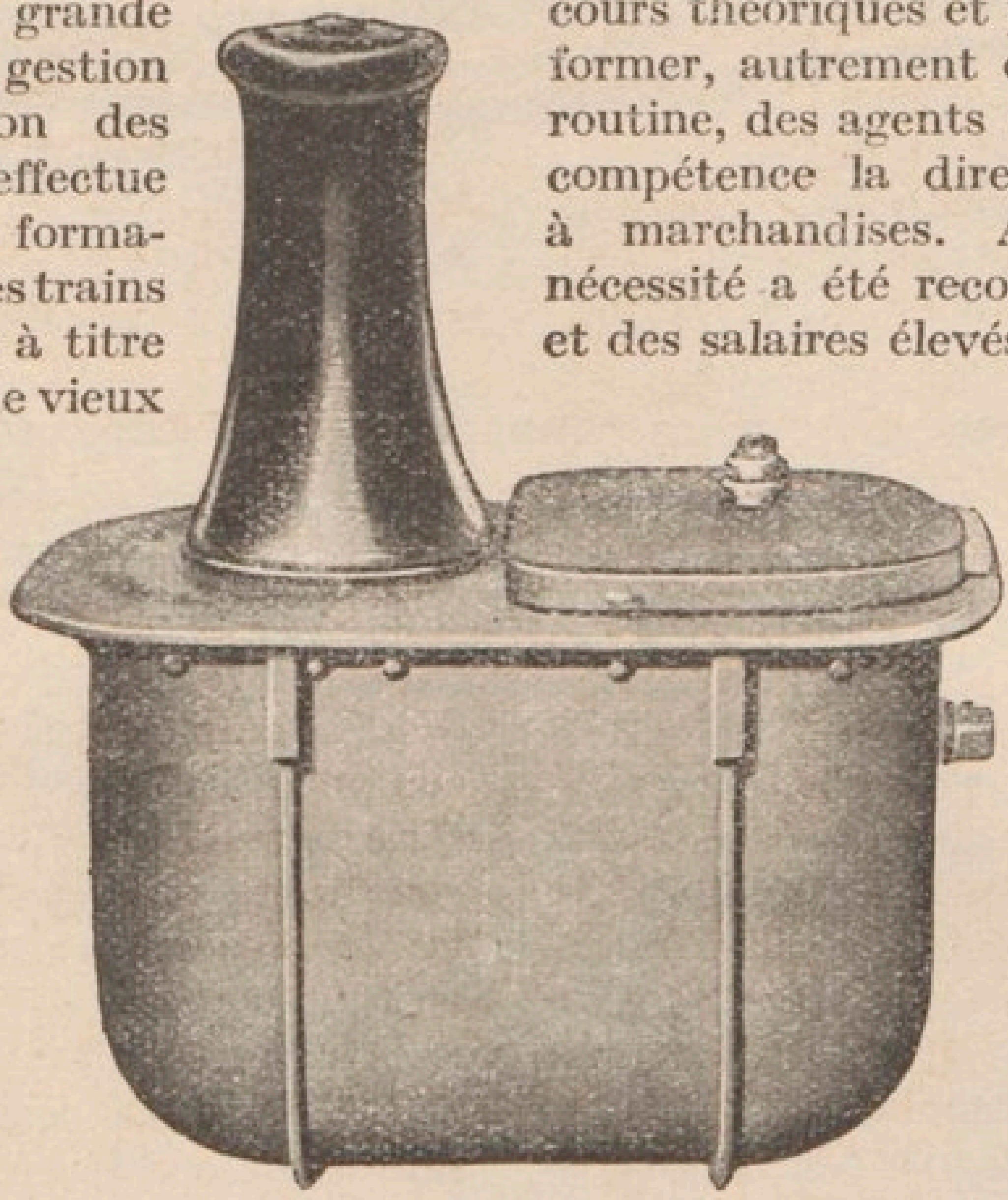
Nous étudierons, d'abord dans ce bref exposé, quel doit être le rôle des agents de tous ordres du service des gares et quelles qualités ils doivent posséder pour exercer leur métier avec le maximum de rendement, sans se surmener outre mesure et sans qu'un excès de fatigue de leur part puisse risquer de les empêcher de continuer leur service ou de causer un accident grave dans l'exploitation. Nous pourrons ensuite examiner quelles doivent être les dispositifs adoptés dans les gares à marchandises pour la formation, l'expédition et la réception des trains, puis pour leur décomposition et leur recomposition en vue du déchargement des marchandises ou du passage d'un certain nombre de véhicules qui les composent sur les voies d'un réseau voisin (échanges).



TRAINS DE MARCHANDISES, D'APRÈS LES CONCEPTIONS LES PLUS PROFITABLES AU TRAFIC
des trains : formation, échange, expédition, réception, etc. On peut comparer à ce plan celui des belles La partie orientale, non figurée ici, est aménagée semblablement mais sans aucun dépôt de locomotives.

On ne doit pas laisser au hasard le soin d'assurer le recrutement de ces agents dont l'instruction professionnelle, rapide et complète, est d'une si grande utilité pour la bonne gestion du trafic. La direction des gares importantes où s'effectue le triage des wagons, la formation, la décomposition des trains ne doit pas être confiée à titre de bâton de maréchal à de vieux agents, qui auraient besoin de se reposer au lieu d'assumer les lourdes responsabilités qui leur incombent journellement.

Le métier de chef de gare, qui est plein d'imprévu, demande beaucoup d'énergie et d'esprit d'à-propos. Il doit donc être exercé par des hommes encore jeunes, ou tout au moins dans la force de l'âge. Le trafic étant souvent très irrégulier, les gares les mieux organisées courent toujours le risque d'être inopinément bloquées, *embouteillées*, comme on dit aujourd'hui, et c'est ce qui se produit actuellement en France où nombre de stations sont congestionnées depuis de nombreux mois sans que l'on puisse parvenir à y ramener l'ordre.



Autre type de cabestan électrique à engrenage avec mécanisme protégé par une cuve de fonte à couvercle.

Les administrations de chemins de fer ont, par conséquent, grand intérêt à instituer des cours théoriques et pratiques dans le but de former, autrement que par une trop longue routine, des agents capables d'exercer avec compétence la direction des grandes gares à marchandises. Aux Etats-Unis, cette nécessité a été reconnue depuis longtemps, et des salaires élevés récompensent les chefs de trafic dont l'énergie et l'ingéniosité réussissent à éviter toute congestion sur des réseaux très chargés.

Cependant, il faut reconnaître que, pendant la grande guerre, l'activité extraordinaire et continue qui s'est manifestée dans les gares voisines des grands ports d'embarquement a mis en défaut les « yardmasters » (chefs de gares de triage ou d'échange) américains. Cet état de choses n'a, toutefois, pas duré très longtemps à cause de la discipline qui règne à cet égard sur les réseaux ferrés des Etats-Unis et des efforts efficaces réalisés par les agents pour débloquer rapidement leurs voies de triage.

Le chargement des wagons doit être soi-

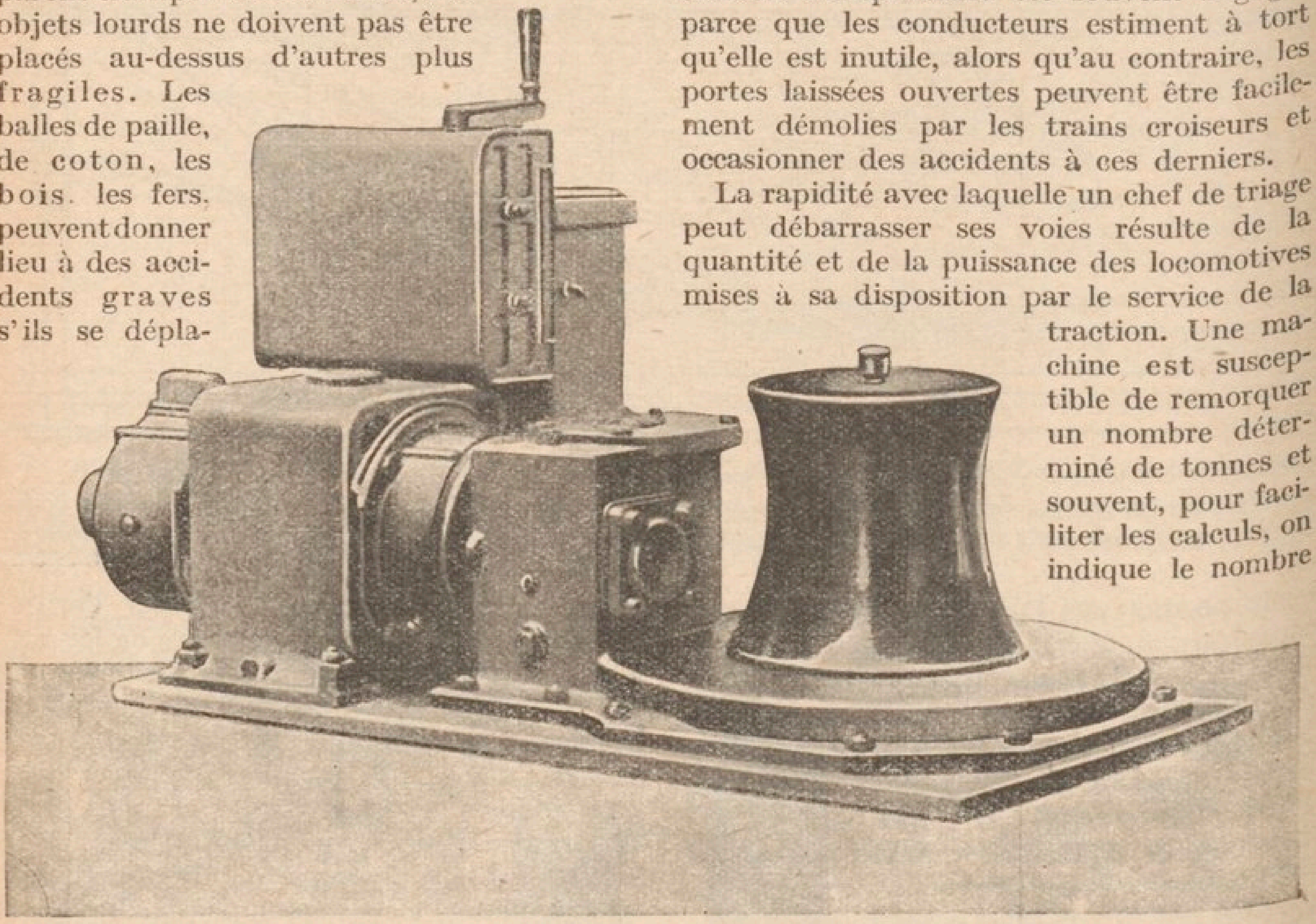
gneusement opéré et vérifié avant la formation des trains. En effet, si les colis sont mal arrimés, ils glissent sous l'influence des chocs et des tamponnements, ce qui provoque des ruptures d'essieux dues à des charges exagérées sur l'avant ou sur l'arrière, ainsi que des détériorations des matières ou des appareils transportés. De même, des objets lourds ne doivent pas être placés au-dessus d'autres plus fragiles. Les balles de paille, de coton, les bois, les fers, peuvent donner lieu à des accidents graves s'ils se déplacent en cours de route. Une fois les wagons vérifiés à ce point de vue particulier, il s'agit de les placer dans des trains, suivant l'ordre voulu pour assurer la complète sécurité et la bonne exécution des transports.

Les plates-formes sont, en général, placées près du fourgon de queue, tandis que les wagons fermés contenant des bestiaux forment la tête du train afin de supprimer les chocs trop brusques et d'accélérer le prompt envoi des animaux aux abattoirs dès l'arrivée à destination. Les véhicules à frein, en acier, contenant des explosifs ainsi que les citernes pleines de matières inflammables, sont intercalés dans le milieu des trains, entre d'autres wagons également en acier. Pendant les manœuvres, on a soin de leur éviter les chocs, et, à cet effet, ils portent de longues étiquettes en diagonale qui les signalent à l'attention des agents.

En général, tous les véhicules chargés occupent la tête du train, tandis que les wagons vides sont placés en queue. Les portes doivent être soigneusement fermées, même quand il n'y a pas de chargement ; cette précaution indispensable est souvent négligée parce que les conducteurs estiment à tort qu'elle est inutile, alors qu'au contraire, les portes laissées ouvertes peuvent être facilement démolies par les trains croiseurs et occasionner des accidents à ces derniers.

La rapidité avec laquelle un chef de triage peut débarrasser ses voies résulte de la quantité et de la puissance des locomotives mises à sa disposition par le service de la traction. Une machine est susceptible de remorquer un nombre déterminé de tonnes et souvent, pour faciliter les calculs, on indique le nombre de véhicules chargés pouvant entrer dans la composition des trains remorqués par une série de machines donnée. Deux wagons vides comptent, en général, pour un plein. On préfère cependant estimer le poids des trains en tonnes parce qu'un petit wagon ordinaire de 10 tonnes ne représentera en tout que 15.000 à 20.000 kilogrammes, tandis qu'un grand véhicule à minerai ou à charbon pèsera, tout chargé, plus de 60.000 kilogrammes.

Une fois les wagons chargés, les mêmes méthodes de formation des trains et de remorquage s'appliquent indistinctement à tous ces véhicules. Sur certaines lignes circulent cependant des trains spéciaux de charbon ou de minerai, dont le matériel fonctionne *en navette* entre deux ou plusieurs gares, toujours les mêmes, ce qui simplifie le



CABESTAN ÉLECTRIQUE AVEC MÉCANISME DÉCOUVERT REMPLAÇANT LES CHEVAUX

Un câble d'acier, enroulé autour de la poupée verticale, sert à remorquer les wagons dans une gare à marchandises. On supprime ainsi l'emploi des chevaux en augmentant la puissance de traction, tout en économisant le personnel dans des proportions considérables.

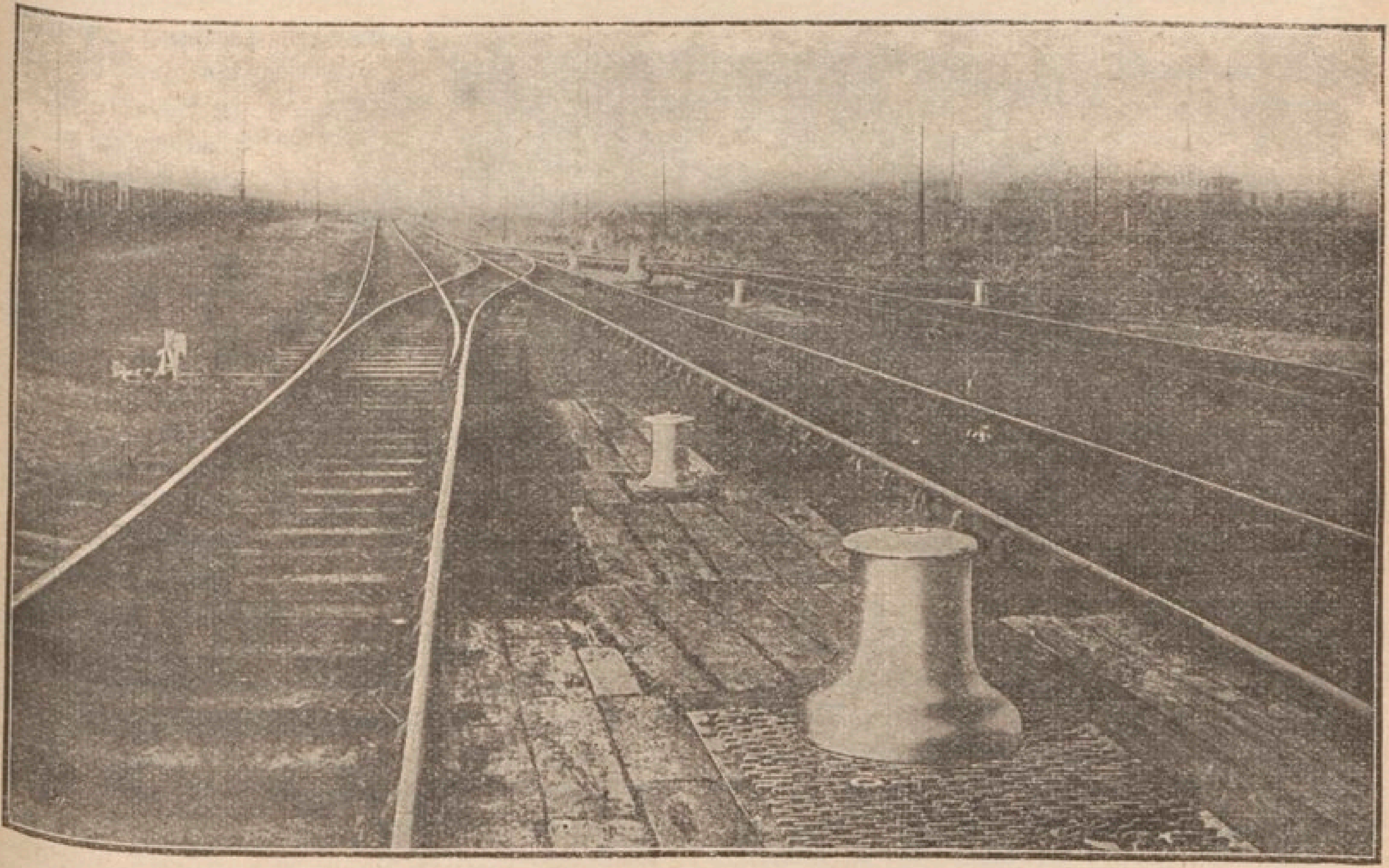
travail des agents dans les gares principales de formation et d'échange.

La réfrigération, la ventilation ou le chauffage des wagons fermés servant à des transports particuliers de viande, de poisson et d'autres denrées alimentaires, introduisent aussi une certaine complication dans la circulation des trains.

Connaissant dans leur ensemble les circonstances dans lesquelles ont lieu les principaux genres de transports par voies ferrées, nous pouvons examiner utilement les instruments de travail mis à la disposition des chefs de gares pour former, trier expédier, échanger et recevoir les divers trains.

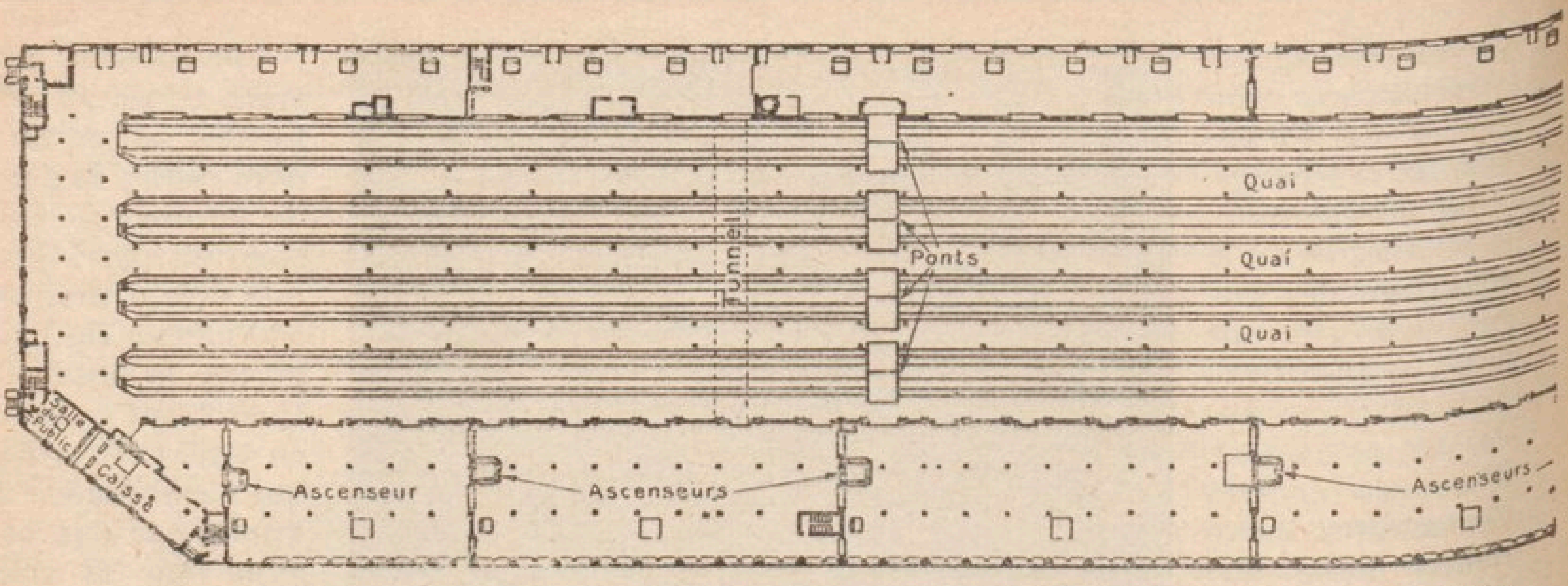
CABESTAN ÉLECTRIQUE EN ACTION

Considérons un train *A*, de 50 véhicules arrivant d'un port à la gare de formation voisine et placé sur une voie d'environ 500 mètres de longueur, la locomotive étant placée en tête. Cette voie, qui s'embranche à droite par une aiguille sur la voie principale (fig. à la page 534) communique à gauche par une série d'aiguillages avec un faisceau de voies parallèles numérotées par exemple, de 1 à 10 et correspondant chacune à une destination différente. Sur chacune de ces voies pouvant contenir 500 wagons, on enverra successivement, suivant le train auquel on les destine, les 50 wagons du



GARE A MARCHANDISES MODERNE DESSERVIE PAR CABESTANS ÉLECTRIQUES

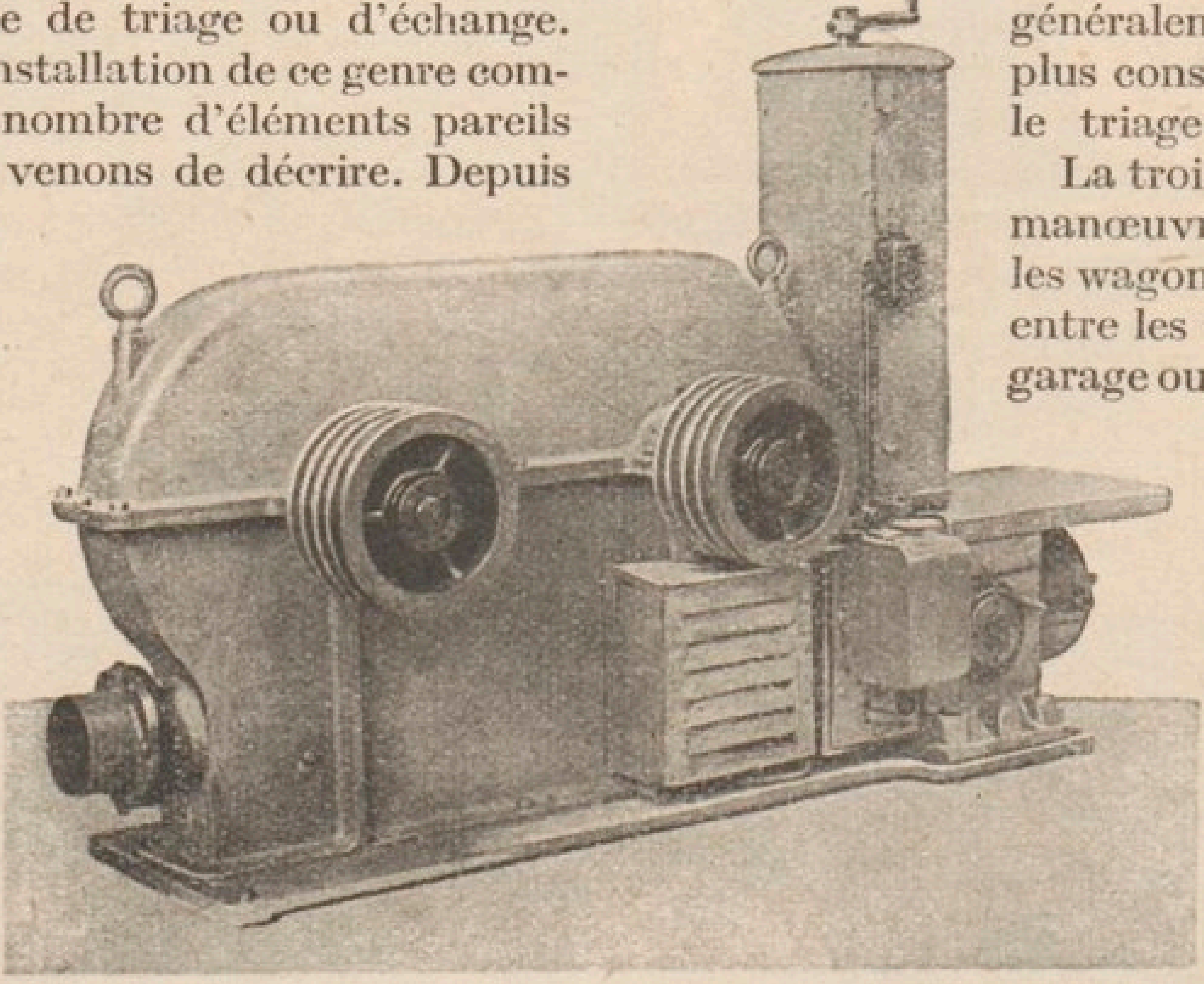
Ce système de halage des wagons est à la fois le plus puissant, le plus souple et le plus propre qui existe actuellement. Les anciens cabestans hydrauliques essayés dans le début avaient l'inconvénient d'être détériorés et paralysés pendant l'hiver par les gelées, tandis que les appareils électriques fonctionnent en toute saison et par tous les temps, bien que leurs frais d'entretien et de réparations soient très minimes.



PLAN D'UNE GARE A MARCHANDISES COUVERTE A QUATRE VOIES

convoi *A*. Quand on aura fait subir cette opération de décomposition à dix trains *A* venant du port, on aura obtenu sur les dix voies du faisceau de formation, dix trains de 50 wagons, qui seront prêts à partir dès que le dépôt voisin aura fourni les dix locomotives nécessaires pour les remorquer vers la prochaine gare de triage ou d'échange.

Toute grande installation de ce genre comporte un certain nombre d'éléments pareils à celui que nous venons de décrire. Depuis quelques années, les réseaux français ont perfectionné et multiplié leurs triages, dont on peut voir de fort beaux exemples soit en province, aux environs des ports importants ou de certains centres industriels, ainsi que dans la banlieue de Paris (Villeneuve-Saint-Georges, sur le P.-L.-M., Le Bourget, sur le Nord, Argenteuil, Achères et Versailles-Matelots, sur l'Etat, Juvisy sur l'Orléans).



CABESTAN A DEUX PAIRES DE POUPÉES HORIZONTALES PORTANT DES GORGES POUR MANUTENTION DE FARDEAUX TRÈS LOURDS

On divise en quatre classes les manœuvres que doivent subir les wagons dans les gares.

Le « triage » proprement dit consiste à répartir les wagons d'un certain nombre de trains à leur départ ou dans une gare située sur leur parcours en une série déterminée de lots destinés à suivre des itinéraires différents au dela de certaines gares données

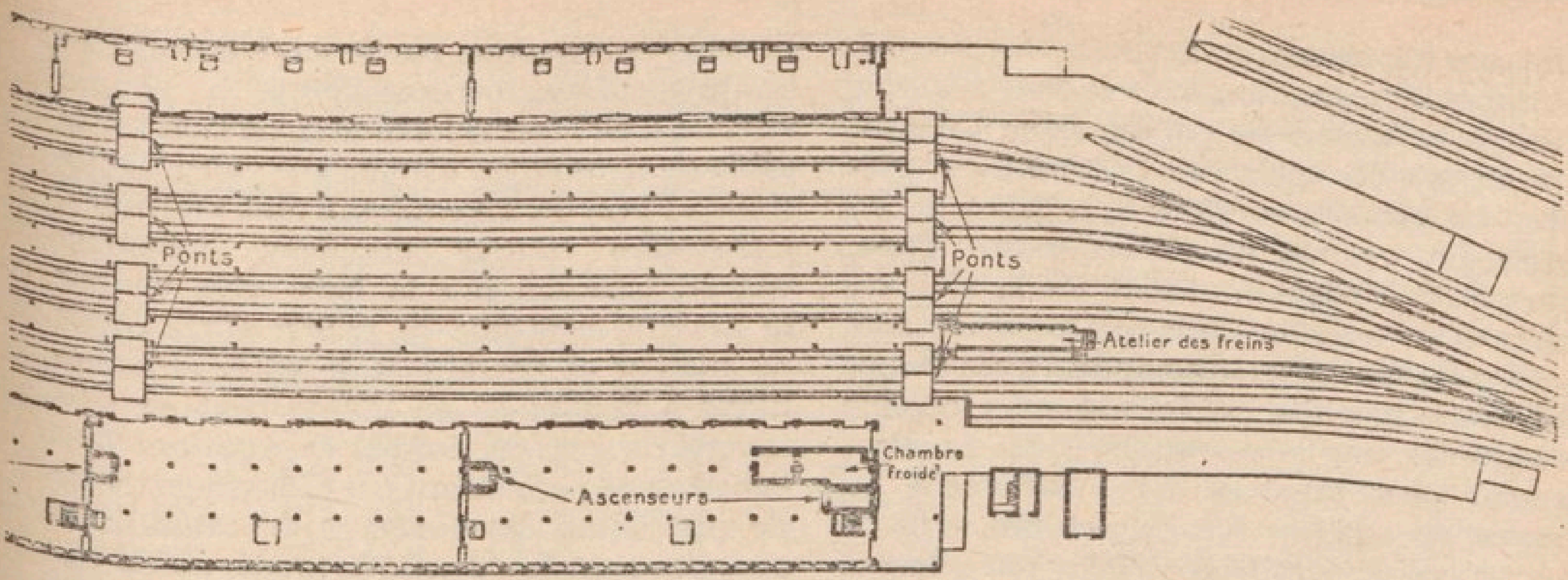
Le « classement » a pour but de grouper ensemble dans un train ou dans un lot donné de wagons, ceux qui ont une même destination et, en outre, de placer ces groupes dans l'ordre des gares où ils doivent être laissés afin de réduire au minimum les manœuvres pour la remise des wagons. Le classement diffère du triage en ce que le nombre de lots à former est variable et, généralement, beaucoup plus considérable que dans le triage proprement dit.

La troisième catégorie de manœuvres sert à échanger les wagons vides ou chargés entre les voies d'arrivée de garage ou de départ et entre les magasins, quais, cours et ateliers de visite de la même gare.

Enfin, les manœuvres de la quatrième classe ont pour but de prendre ou de laisser des wagons en cours de route dans les gares intermédiaires du parcours. Ce dernier genre de manœuvres est exécuté par les locomotives qui remorquent les trains et on cherche à les réduire au strict minimum pour ne pas abaisser outre mesure la vitesse commerciale des convois souvent déjà très faible.

La locomotive est, avec la gravité, l'instrument par excellence des grosses manœuvres consistant à déplacer en bloc un groupe de quatre à six wagons d'une voie à une autre pour les incorporer dans une rame.

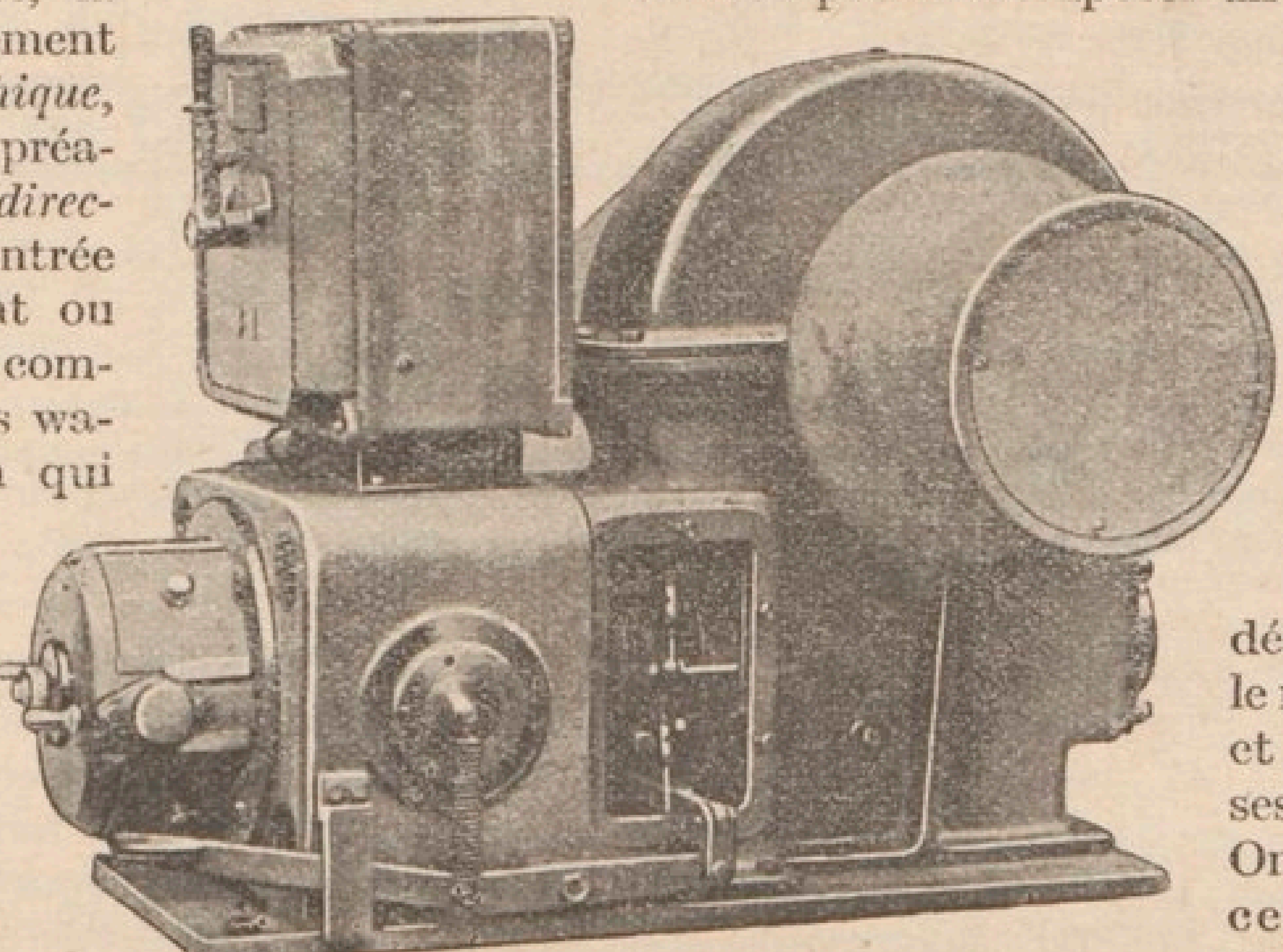
Quand il s'agit de manœuvres de détail servant à réunir des wagons très dispersés,



DOUBLES POUR LA MANUTENTION ET LA MISE EN STOCKS ULTRA-RAPIDES

où à trier des groupes de wagons en un grand nombre de lots, on substitue souvent à la locomotive dite « de gare » des batteries de plaques tournantes ou des chariots transbordeurs hydrauliques, électriques ou à vapeur.

Les gares de triage complètement étudiées doivent permettre le classement géographique d'une grande partie des trains qu'elles expédient. En effet, la nécessité du classement par ordre *géographique*, des lots de wagons préalablement triés *par direction*, s'impose à l'entrée de l'embranchement ou de la section où commence la remise des wagons et si le train qui les distribue est formé de lots venus de plusieurs lignes, il faudra nécessairement le classer en ce point, alors même que les divers lots auraient été l'objet d'un classement antérieur spécial.



AUTRE MODÈLE DE CABESTAN A DEUX POUPÉES HORIZONTALES, CALÉES SUR LE MÊME AXE, POUR HALAGE DE LOURDES CHARGES

Les gares de triage comportent à cet effet des faisceaux de voies de classement, comme le montrent les fig. p. 534, 535.

L'emploi d'une locomotive de manœuvre exige que l'on réunisse en une seule file de rails, au moyen d'aiguilles, toutes les voies d'un même faisceau, au moins à l'une de ses deux extrémités, et généralement aux deux : cette disposition étant nécessaire pour la réception des trains provenant des diverses directions ou des groupes de wagons à manœuvrer et pour l'enlèvement des lots formés.

On réduit le nombre des mouvements de la locomotive sur la voie de manœuvre dite de « tiroir » en opérant « au lancé » ou à l'anglaise, c'est-à-dire en lançant les wagons par une vive impulsion à partir de la voie de tiroir sur la voie de classement à laquelle ils sont destinés au lieu de les y conduire avec la machine. Malgré cela, le nombre des allées et venues de cette dernière, pour former ou pour décomposer un train, est assez considérable.

Le « lancer » sur voie de tiroir horizontale ou en rampe vers la tête du faisceau est une opération difficile à régler et dont la brutalité tend à détériorer à la fois le matériel roulant et les marchandises qu'il renferme. On atténue un peu cet inconvénient en donnant à la voie de tiroir une légère pente dirigée vers le faisceau de classement.

L'emploi des tiroirs inclinés, ou en dos d'âne, permet de supprimer le lancer car les wagons descendent alors vers le faisceau sous l'influence de la gravité. Malheureusement, les wagons qui descendent de hauteurs très variables, prendraient des vitesses dangereuses s'ils n'étaient accompagnés par des serre-freins qui modèrent leur allure au moyen du frein à main ou d'une barre d'enrayage. On utilise aussi à cet effet, le sabot frein, qui, posé sur le rail, à une dizaine de mètres en avant du dernier wagon station-

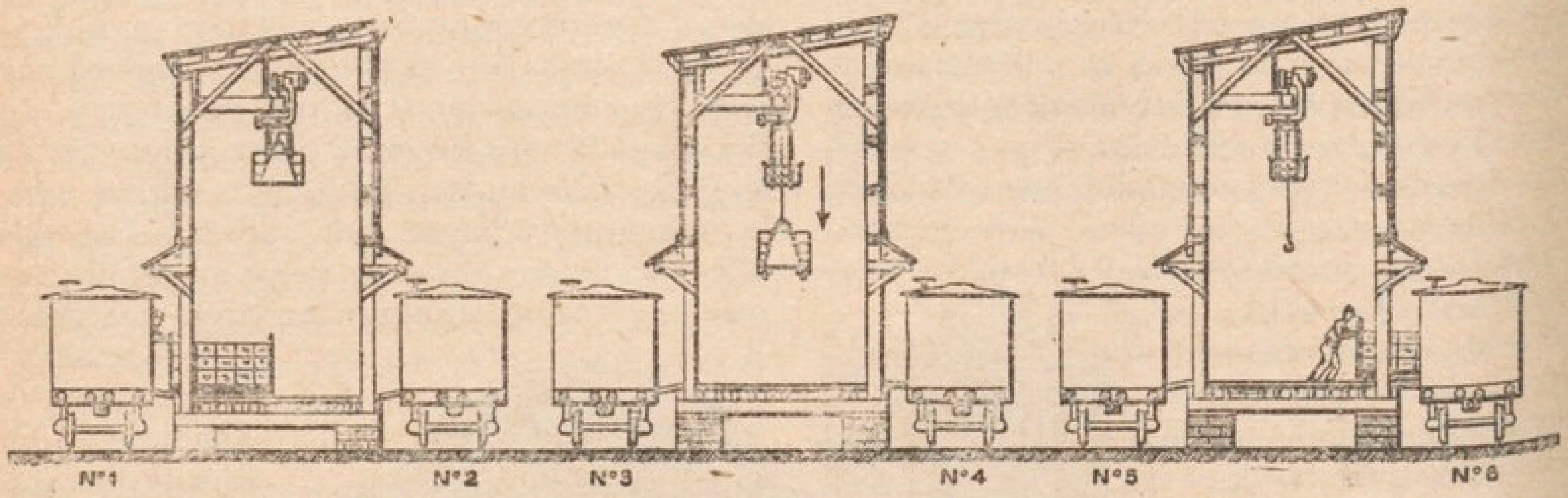
nant sur la même voie, arrête les wagons échappés ou ceux dont le serre-frein n'aurait pas réussi à modérer l'allure assez à temps.

Pour mieux régulariser l'action de la gravité, en rendant uniforme la hauteur de chute des wagons, on relève en dos d'âne, dans le voisinage immédiat de la tête du faisceau, la voie de tiroir qui le commande. Les trains sont ainsi décomposés avec économie par la machine qui les a amenés, comme à Miramas, sur le réseau P.-L.-M. Le classement peut aussi se faire facilement au moyen de « grils » formés par une série de courtes voies parallèles, reliées par chaque bout à une voie unique par deux transversales.

Actuellement, on remplace les chevaux et même souvent les locomotives de manœuvre par des cabestans électriques à poupées verticales qui halent les wagons au moyen de câbles d'acier. Ce système, très économique, permet de laisser les voies complètement dégagées afin de faciliter le travail des agents. Les chariots transbordeurs électriques rendent également de bons services car ils ont l'avantage de rendre rapide le transport d'une voie d'un faisceau à une autre voie sans nécessiter aucun aiguillage.

Les cabestans électriques doivent répondre à certaines conditions spéciales qui les différencient notablement des autres appareils analogues employés pour le levage des fardeaux ou pour la manutention des matériaux. En effet, la durée de chaque manœuvre étant de dix à vingt secondes en moyenne, le moteur d'un cabestan ne travaille pour ainsi dire qu'au démarrage; il importe donc que ce démarrage s'effectue sans donner lieu à une intensité de courant exagérée qui pourrait troubler le réseau d'alimentation.

Le couple développé par le moteur doit être limité et il est nécessaire que la poupée s'arrête d'elle-même lorsque la tension sur le câble de manœuvre atteint une valeur limite fixée à l'avance. Le cabestan doit « dévirer », c'est-à-dire tourner librement, lorsqu'un wagon, entraîné par la force vive ou par la gravité, continue sa course après l'arrêt du moteur et entraînant le câble, communique à la poupée un mouvement en sens inverse de son sens normal de rotation. Tout cabestan ne permettant pas le dévirage risque de provoquer des ruptures de câbles dangereuses pour le personnel, tandis qu'un appareil dévirant librement peut être confié sans crainte même à un agent non exercé.



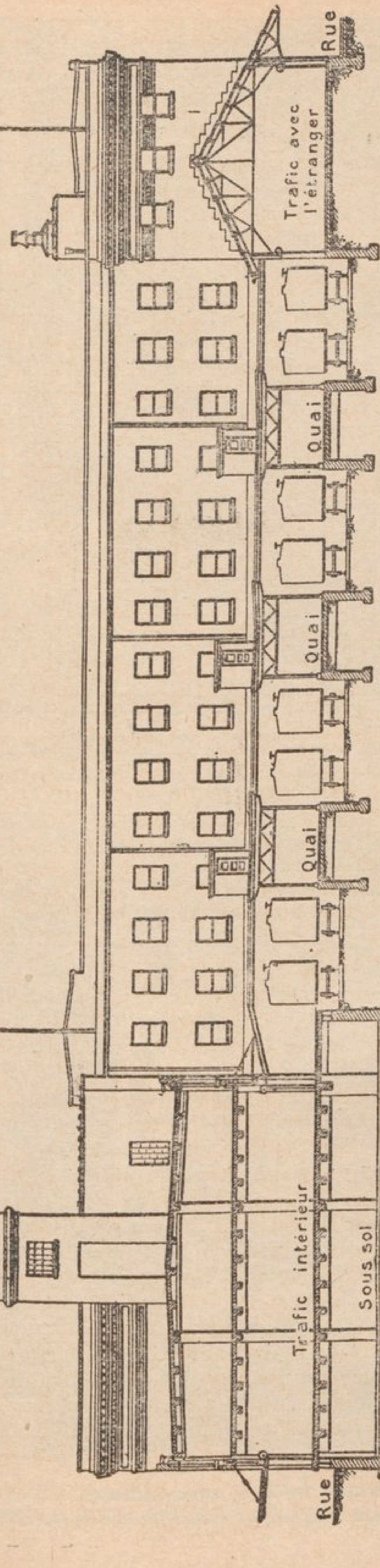
COUPE D'UNE INSTALLATION DE CHARGEMENT RAPIDE POUR COLIS DIVERS

Chaque bâtiment dessert deux voies. Les wagonnets sont manutentionnés tout chargés par un transbordeur longitudinal qui les dépose sur le sol de la halle, en face chaque porte de wagon. Un homme les pousse ensuite à l'intérieur où ils sont déchargés. Le retour a lieu soit par le transbordeur, soit sur le sol, par séries de plusieurs véhicules. On peut aussi passer rapidement un chargement du wagon de droite dans le wagon de gauche ou inversement, soit décharger, soit charger les diverses rangées de véhicules à la fois.

La substitution de la traction par cabestan à la traction animale entraîne une réduction importante du personnel affecté aux manœuvres de halage des wagons. La dépense de consommation de courant et d'entretien d'un cabestan peut être évaluée en moyenne à 1 franc pour 300 manœuvres par jour alors que l'on dépenserait 25 francs pour réaliser le même service par la traction animale qui présente de nombreux inconvénients.

Un cheval peut donner au démarrage, en se laissant tomber dans le collier, un effort de 500 kilogrammes qui ne dure qu'une fraction de seconde, tandis qu'un cabestan soutient son effort maximum pendant toute la durée de la manœuvre qui est ainsi considérablement réduite. La traction animale ne peut plus suffire aujourd'hui aux manœuvres des wagons de fort tonnage dont l'emploi se répand de plus en plus. L'installation des cabestans supprime également la dégradation continue des voies et de leurs abords causée par la circulation des chevaux d'où

AGENCEMENT DE LA GARE COUVERTE DE CLEVELAND (ÉTATS-UNIS) POUR LE SERVICE DES MESSAGERIES



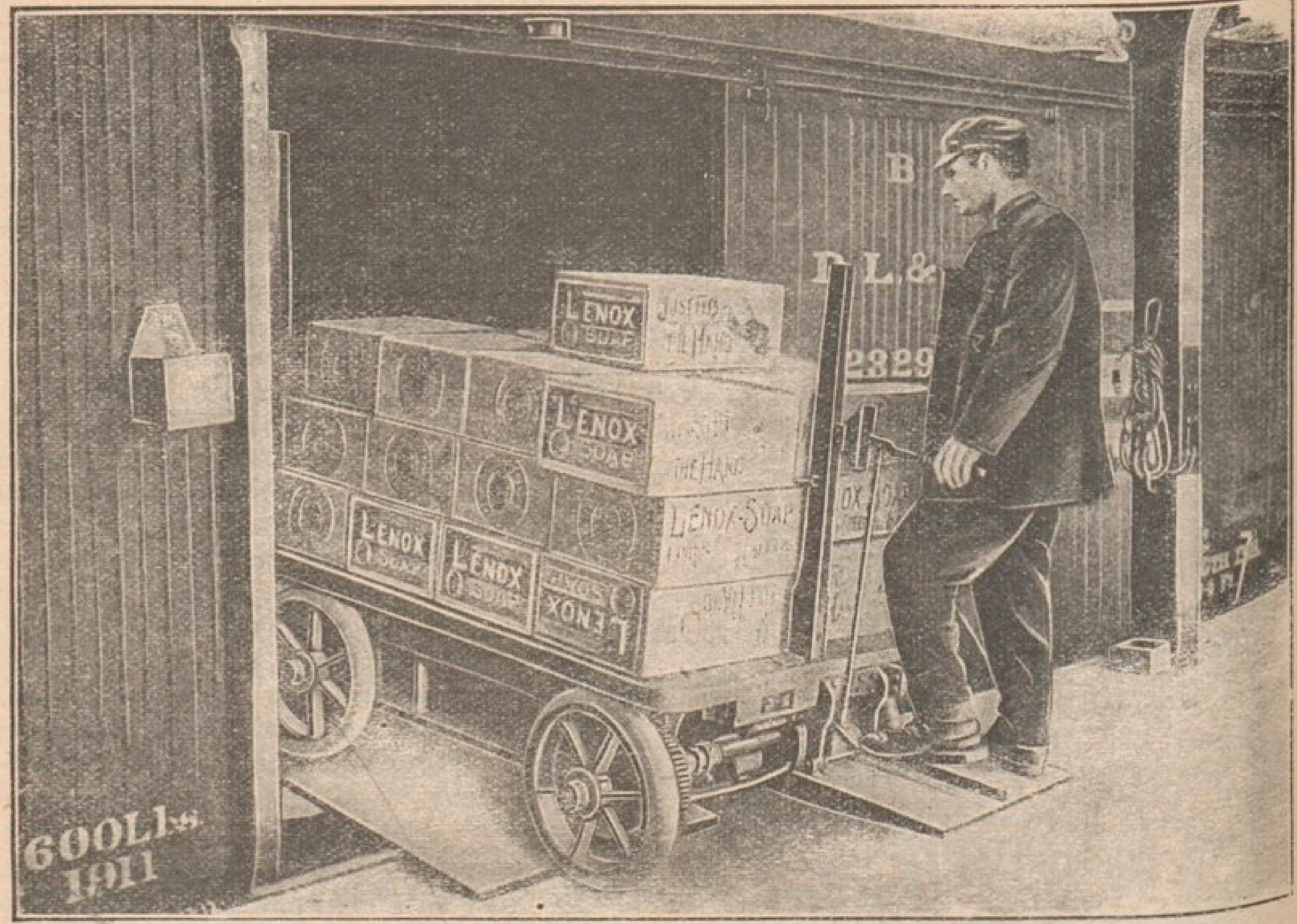
Ce dessin montre comment est disposé le bâtiment, l'un des plus importants de ce genre aux États-Unis. Quatre doubles voies pénètrent à l'intérieur ; elles desservent deux halls latéraux, pour le trafic avec l'intérieur et avec l'étranger, ainsi que trois quais intermédiaires de manutention. Les proportions considérables de ces quais permettent l'emploi des chariots et des tracteurs électriques dont il est question aux pages 542, 543 et 544.

une économie notable. Les conditions atmosphériques défavorables telles que la pluie, la gelée, le verglas n'influent pas sur l'exploitation par cabestans électriques tandis que le verglas, notamment empêche les chevaux d'effectuer leur tâche lors des périodes de trafic d'hiver intense correspondant aux transports de combustibles.

On emploie beaucoup les cabestans à poupée verticale, soit à action directe, soit à engrenage avec plate-forme basculante. Le moteur à vitesse très réduite ainsi que les autres organes, sont enfermés dans une cuve métallique fondue d'un seul jet sans joints ni pièces rapportées. L'appareil de mise en marche, fixé dans une boîte venue de fonte avec la cuve, est manœuvré par une pédale. La plate-forme qui supporte le moteur et la poupée est équilibrée et peut basculer autour de deux tourillons horizontaux : le moteur, ainsi ramené à la partie supérieure, peut être facilement visité. La cuve est enterrée dans le sol sans aucune maçonnerie et ne se détériore pas.

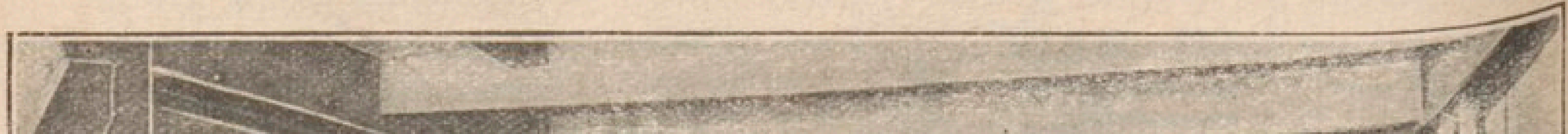
L'effort maximum sur le câble au calage varie de 700 à 1.300 kilogrammes pour les appareils à action directe et de 600 à 4.000 kilogrammes pour les cabestans à engrenage que l'on construit pour courant continu ou pour courant alternatif suivant les divers cas.

Il suffit d'appuyer sur une pédale pour mettre en marche la poupée qui, à vide, tourne à une vitesse de 70 à 100 tours par minute environ. Cette vitesse diminue progressivement et automatiquement dès que la charge augmente et le cabestan s'arrête de lui-même sous l'effort maximum. Ce calage s'opère doucement sans le secours d'aucun limiteur d'effort électrique ou mécanique. L'absence de tout réducteur de vitesse permet au cabestan de dévirer librement comme une simple poupée de renvoi, disposition qui présente une importance capitale au point de vue de la sécurité du personnel et qui réduit les frais d'entretien au minimum, comme nous l'avons déjà fait remarquer plus haut.



CHARIOT ÉLECTRIQUE PÉNÉTRANT DANS UN WAGON AVEC SON CHARGEMENT

On voit avec quelle rapidité on arrive ainsi à remplir un wagon de caisses contenant des marchandises.



CHARIOT ÉLECTRIQUE VIDANT UN WAGON DE SON CHARGEMENT

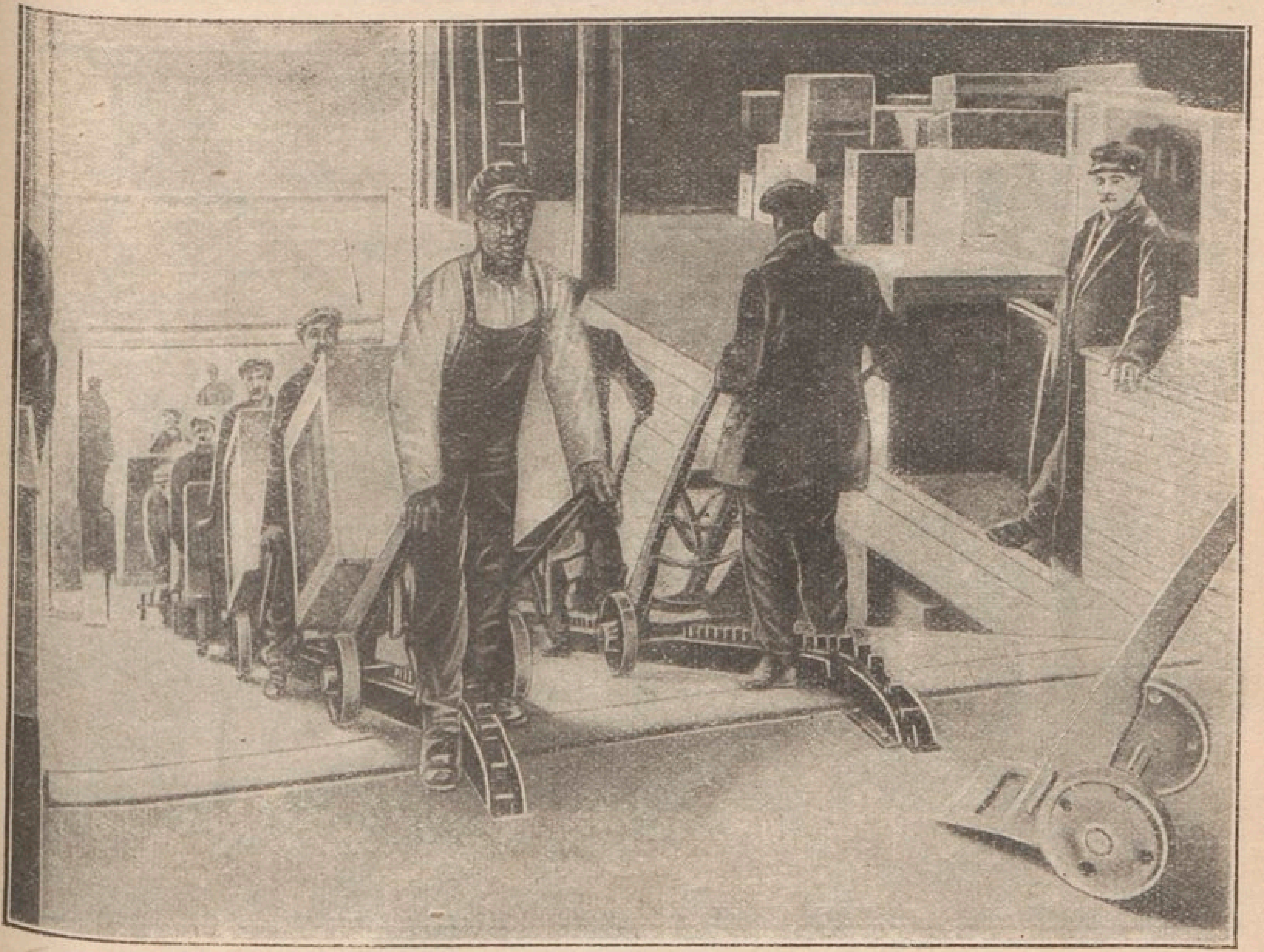
C'est grâce à l'emploi de quais surélevés qu'on peut utiliser ces véhicules silencieux et rapides.

L'entretien des cabestans se réduit au graissage, à la graisse du collier et de la crapaudine de la poupée. On se contente de remplacer les balais en charbon qui s'usent très peu et on nettoie les contacts de l'appareil de mise en marche ainsi que le collecteur, dont l'usure normale est presque nulle.

Une visite de quelques minutes tous les quinze jours suffit, et la dépense totale d'entretien d'un cabestan ne doit pas dépasser 50 francs par an, graissage compris. Il existe actuellement, dans certaines gares françaises, des cabestans électriques qui fonctionnent aussi bien qu'au premier jour, après trente ans de service ininterrompu en plein air.

Pour haler un ou plusieurs wagons, il suffit d'enrouler deux, trois ou quatre tours du câble de manœuvre en acier et de tirer le brin libre d'une façon ferme et continue pour obtenir une adhérence complète sans glissement. Pour mettre en marche, on appuie franchement et bien à fond sur la pédale et on la maintient dans cette position pendant la manœuvre. On retire vivement le pied et on laisse librement remonter la pédale quand on veut arrêter le mouvement.

Lorsque le cabestan hale une forte charge et surtout quand il est calé, il est très important de ne pas lever le pied, qui appuie sur la pédale avant d'avoir donné du mou au câble. Enfin, il faut serrer les freins des wagons en manœuvre ou les caler dans le cas d'un arrêt en rampe, avant de laisser remonter la pédale pour éviter les accidents.



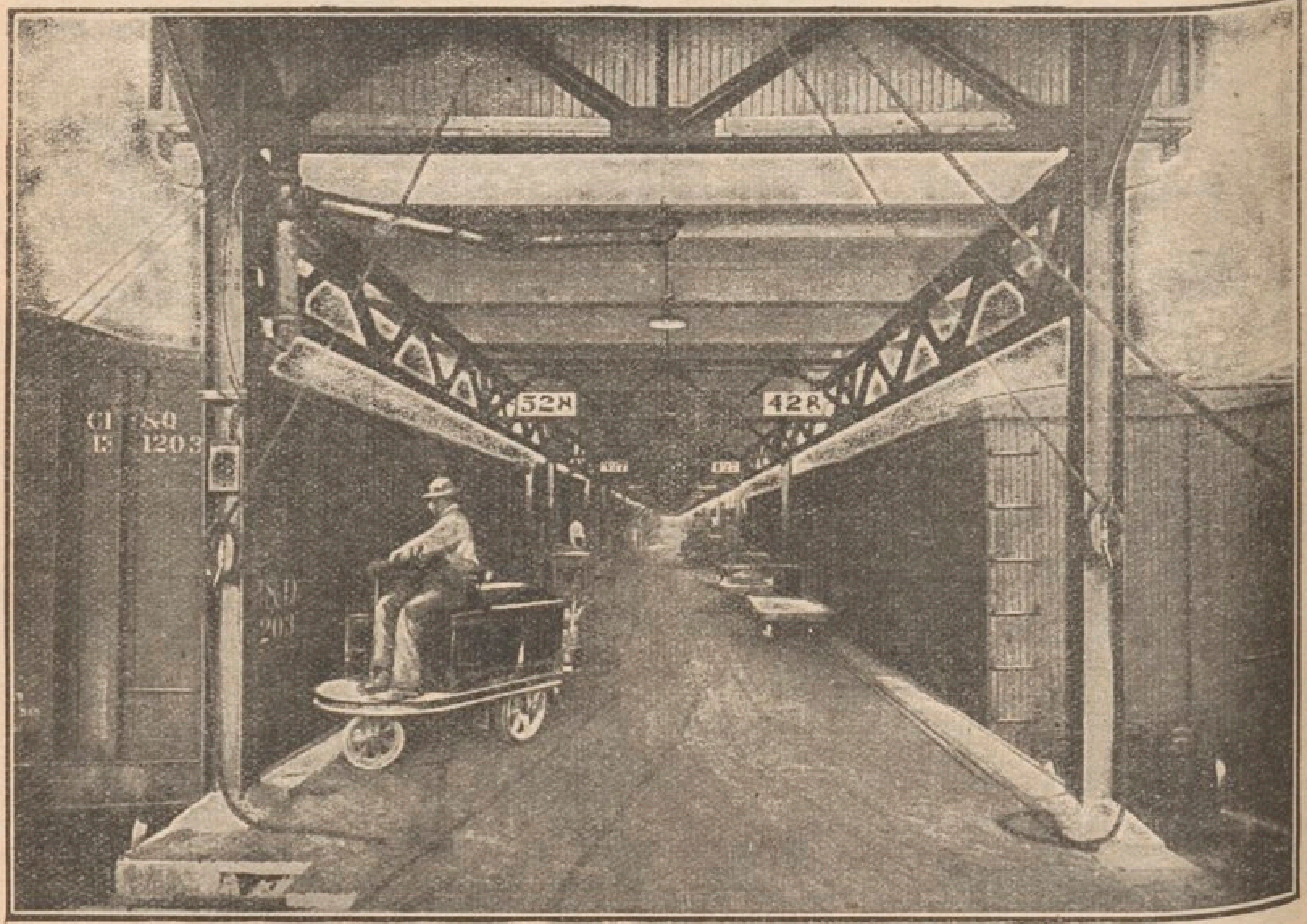
BATTERIE D'ÉLÉVATEURS A CHARIOTS DANS UNE GARE DE TRANSIT AMÉRICAINE

Ce système, très rapide, employé par la Merchant & Miner's Transportation Co, permet de charger en vingt-cinq minutes 64 barils de 400 kilogrammes dans un wagon couvert. La dépense de courant électrique ne dépasse pas 60 centimes par jour et par chariot, en temps ordinaire.

Aux Etats-Unis, on a perfectionné également les gares terminus de marchandises, qui sont souvent complétées par des magasins et qui possèdent des installations mécaniques susceptibles d'accélérer considérablement les transbordements de colis ainsi que leur mise en wagon et leur livraison aux destinataires dans les grands centres.

Ces vastes bâtiments sont agencés comme de véritables entrepôts pourvus d'installations mécaniques perfectionnées. La puissante compagnie connue aux Etats-Unis sous

le nom de New-York Central Railroad, a fait construire à Cleveland (Ohio), une immense gare à marchandises, qui est un modèle du genre (voir les figures pages 538, 539, 540). Le bâtiment principal couvre un rectangle de 357 mètres sur 82 mètres, représentant une superficie d'environ trois hectares. Quatre groupes de chacun deux voies, pénètrent dans la gare au niveau du rez-de-chaussée et desservent, outre trois



QUAI A MARCHANDISES SURÉLEVÉ DESSERVI PAR DES CHARIOTS ÉLECTRIQUES

On voit que ce quai n'est nullement encombré, bien qu'il permette de charger ou de décharger une cinquantaine de wagons à la fois et même de transborder les chargements d'une rame dans l'autre.

quais intermédiaires de 5 mètres de largeur, deux halls latéraux servant, l'un aux arrivages et l'autre aux expéditions. Les étages supérieurs constituent de vastes magasins où les colis sont conservés et les denrées manipulées suivant les besoins des expéditeurs. C'est, on le voit, l'industrialisation du trafic et il est à désirer que la France voie se créer sur son territoire de semblables gares.

En résumé, nous avons montré successivement, d'une part, les difficultés que rencontrent les administrations de chemins de fer dans l'accomplissement de leur tâche, et, d'autre part, quelques-unes des mesures à prendre pour faciliter le transport rapide des marchandises à travers un pays quelque étendu qu'il soit. Le problème est donc posé.

Il est certain qu'il est urgent d'organiser dans toute la France des installations perfectionnées et puissantes pour la manutention et le transport des marchandises. Certains trafics particuliers ont absolument besoin d'être centralisés dans des gares spéciales pourvues d'appareils de levage étudiés pour des emplois déterminés. Le commerce des grains notamment a absolument besoin d'élévateurs annexés comme aux Etats-Unis à des entrepôts et à des ateliers de nettoyage et d'ensachage. Certains ports doivent être aménagés de manière à recevoir en très peu de temps des milliers de tonnes de houille. Les installations grandioses que possèdent certaines compagnies anglaises de chemins de fer à Hull, à Grimsby, à Newcastle, etc., peuvent être citées à cet égard comme des modèles du genre. Il est pénible d'avoir à insister en 1919 sur des vérités aussi simples mais, si tous les techniciens français ne se lèvent pas en masse pour proclamer ces vérités, elles risquent de rester à tout jamais lettre morte au grand dam de notre pays.

THÉODORE MAGDELONE.

LA CONSTRUCTION ÉCONOMIQUE D'UNE AUTOMOBILE

Par Xavier VERNON

L'INDUSTRIE automobile française n'a rien produit pendant cinq ans, tandis que l'industrie étrangère, n'ayant rien changé à ses habitudes, continuait à construire des voitures, étudiait même des modèles nouveaux et perfectionnait ses procédés de fabrication. Nous voilà donc, la paix venue, sérieusement handicapés. Quel que soit le régime douanier adopté, libre échange ou protection, le constructeur français, et plus particulièrement celui qui fabrique la voiture à bon marché, se trouve dans une situation peu enviable, surtout si l'on considère la concurrence américaine. Grâce à l'importance de leur population, les Etats-Unis voient leur énorme production absorbée sur place; ce qu'ils exportent est un surplus presque négligeable ; mais ce surplus est encore assez considérable pour inquiéter l'industrie européenne. Leur fabrication en séries importantes de modèles uniques leur permet d'arriver à des prix de revient et de vente qu'il nous est presque impossible d'atteindre.

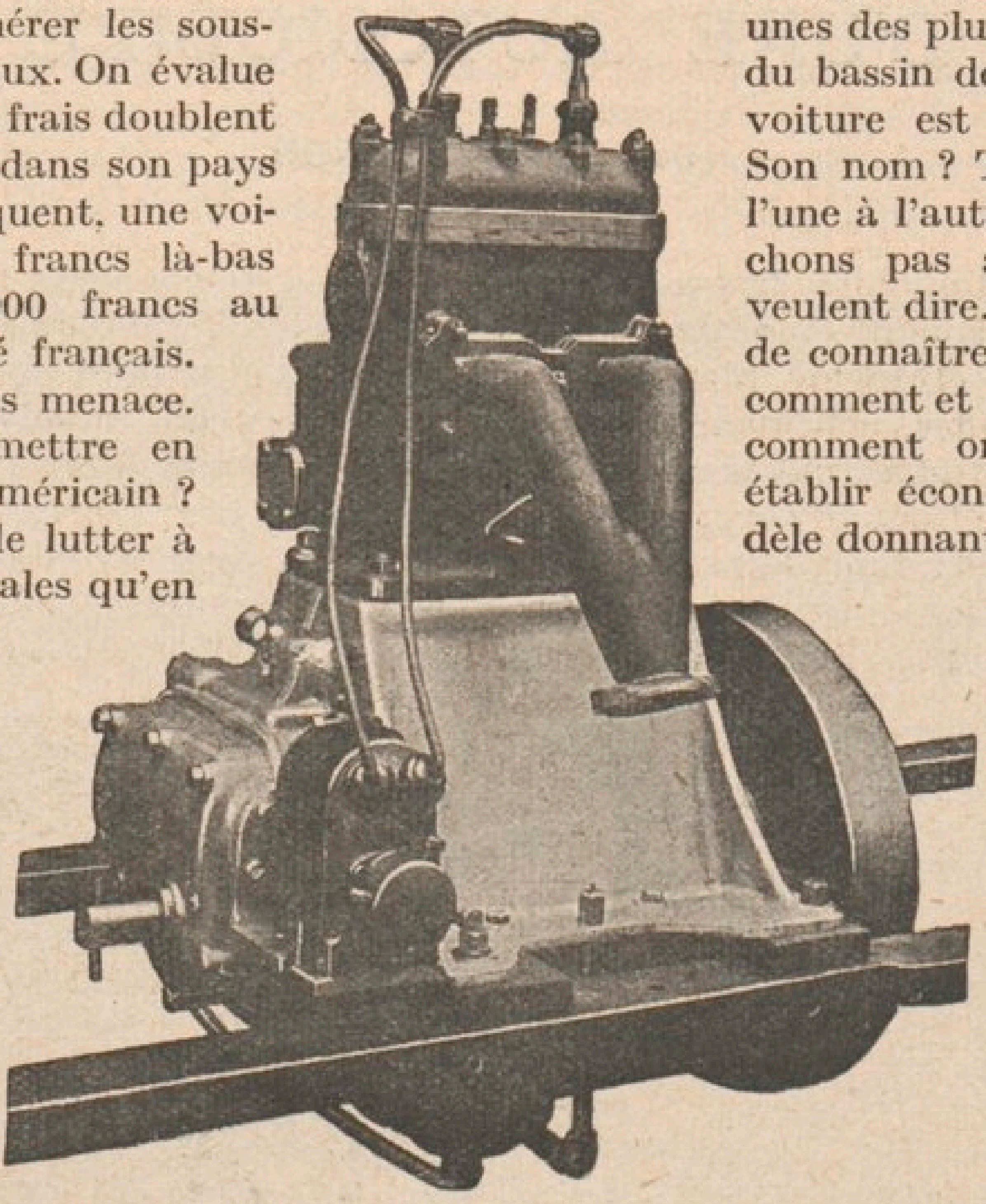
LA VOITURE A. S. S. VUE DE FACE

L'industrie américaine dispose d'un outillage considérable, sans cesse perfectionné, et construit pour le seul et unique objet qu'il doit produire. La main-d'œuvre, aux Etats-Unis, est chère, mais elle rend en proportion. L'ouvrier se spécialise ; pendant des années il ne changera pas d'atelier ; et dans cet atelier, il ne changera pas de genre de travail. Celui qui a pour mission de monter une roue avant gauche, ne montera jamais une roue avant droite, et, toujours, pendant des mois, des années, il ne fera pas autre chose que de monter des roues avant gauche. Il est laborieux et consciencieux aussi ; il se laisse difficilement distraire de son travail par un incident fortuit. Qu'un visiteur traverse l'atelier, il en est bien peu qui détournent la tête; introduisez un étranger dans un atelier français, tous les regards se portent sur lui. Méthodes de travail et mentalités bien différentes qui, de l'autre côté de l'Atlantique, produisent des résultats tels qu'il est certaine usine d'où sortent 3.000 voitures par jour, voitures qui, prises à l'usine, coûtent 600 dollars, soit 3.000 francs. A combien cette voiture reviendra-t-elle en France ? C'est un petit calcul à faire, une simple addition des frais supplémentaires qui vont s'ajouter au prix de vente initial, entre le point de départ et le client européen. Ces frais supplémentaires peuvent se diviser ainsi : 1° transport de l'usine à New-York, port d'embarquement pour l'Europe ; 2° transport d'Amérique en Europe, assurances ; 3° droits de douane à l'entrée en

France; 4° transport du port de débarquement, Bordeaux, La Pallice ou le Havre, à Paris où, généralement, se trouve l'agence principale ; 5° frais généraux de cette agence et bénéfices qu'elle doit réaliser pour pouvoir rémunérer les sous-agents départementaux. On évalue que l'ensemble de ces frais doublent le prix de la voiture dans son pays d'origine; par conséquent, une voiture vendue 3.000 francs là-bas devra se vendre 6.000 francs au moins sur le marché français. C'est le sort qui nous menace. Qu'aurons-nous à mettre en face de ce produit américain ?

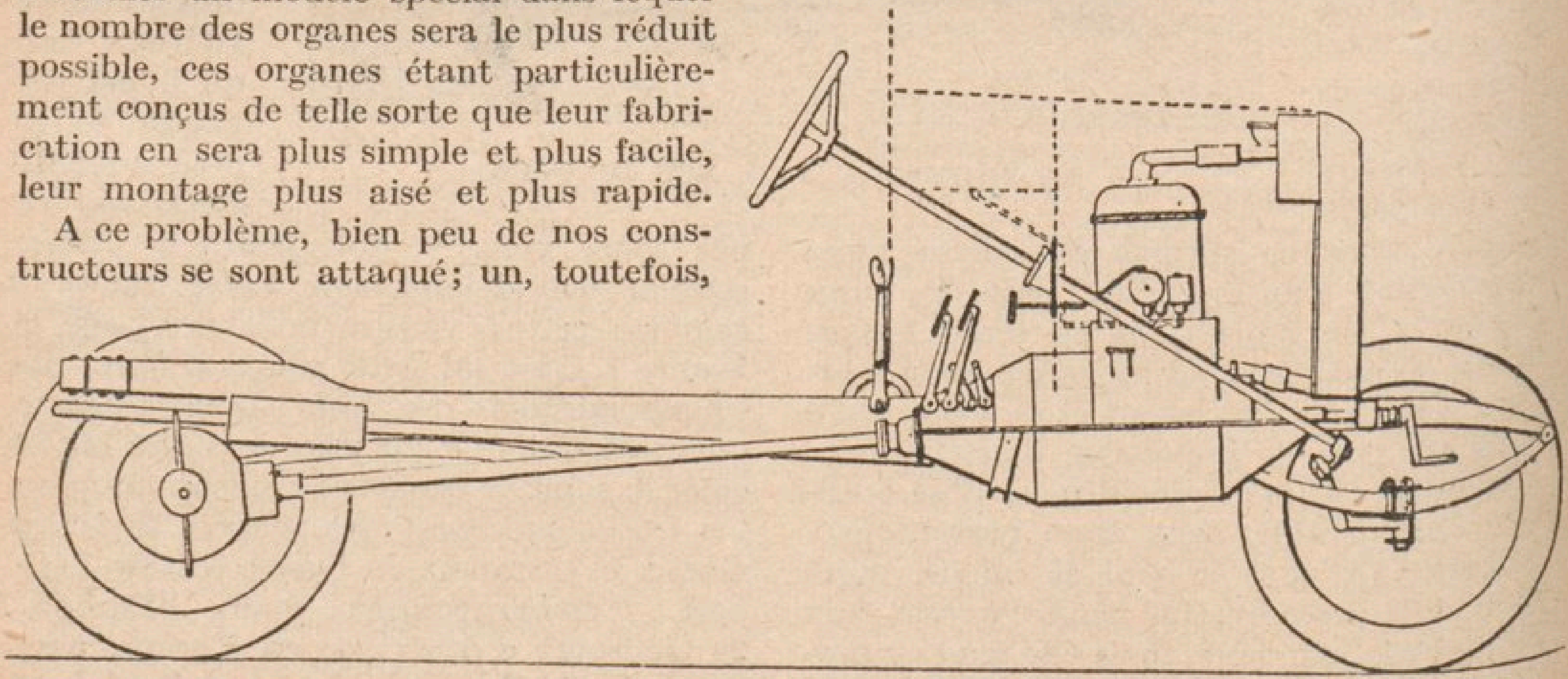
Il n'est possible de lutter à armes à peu près égales qu'en employant, en somme, les procédés du concurrent, c'est-à-dire ne produire qu'un seul et unique modèle et le faire en grandes séries. Mais encore, si le modèle choisi ressemble à ceux que nous possédons déjà et comporte, comme eux, de nombreux organes séparés, compliqués, ouvragés, fabriqués un à un, comme il est d'usage chez nous, des carrosseries aussi coûteuses à elles seules que le châssis tout entier, quelle que soit l'importance des séries, il ne faut pas songer à atteindre le bon marché. Avant tout, il importe d'abandonner les errements connus, d'étudier un modèle spécial dans lequel le nombre des organes sera le plus réduit possible, ces organes étant particulièrement conçus de telle sorte que leur fabrication en sera plus simple et plus facile, leur montage plus aisé et plus rapide.

A ce problème, bien peu de nos constructeurs se sont attaqué; un, toutefois, semble avoir trouvé la solution heureuse et le fait seul d'avoir osé l'entreprise mériterait qu'on l'en félicitât; s'il a réussi, tant mieux pour lui. C'est dans la région lyonnaise, et avec l'aide de quelques-unes des plus importantes usines du bassin de la Loire, que cette voiture est née et se construit. Son nom ? Trois lettres accolées l'une à l'autre : A. S. S. Ne cherchons pas à savoir ce qu'elles veulent dire. Ce qui nous importe de connaître et d'expliquer, c'est comment et de quoi elle est faite, comment on s'y est pris pour établir économiquement un modèle donnant satisfaction et dont le prix modique laisserait l'illusion que toutes les hausses de la guerre, matières premières et main-d'œuvre, ne l'ont pas touché.



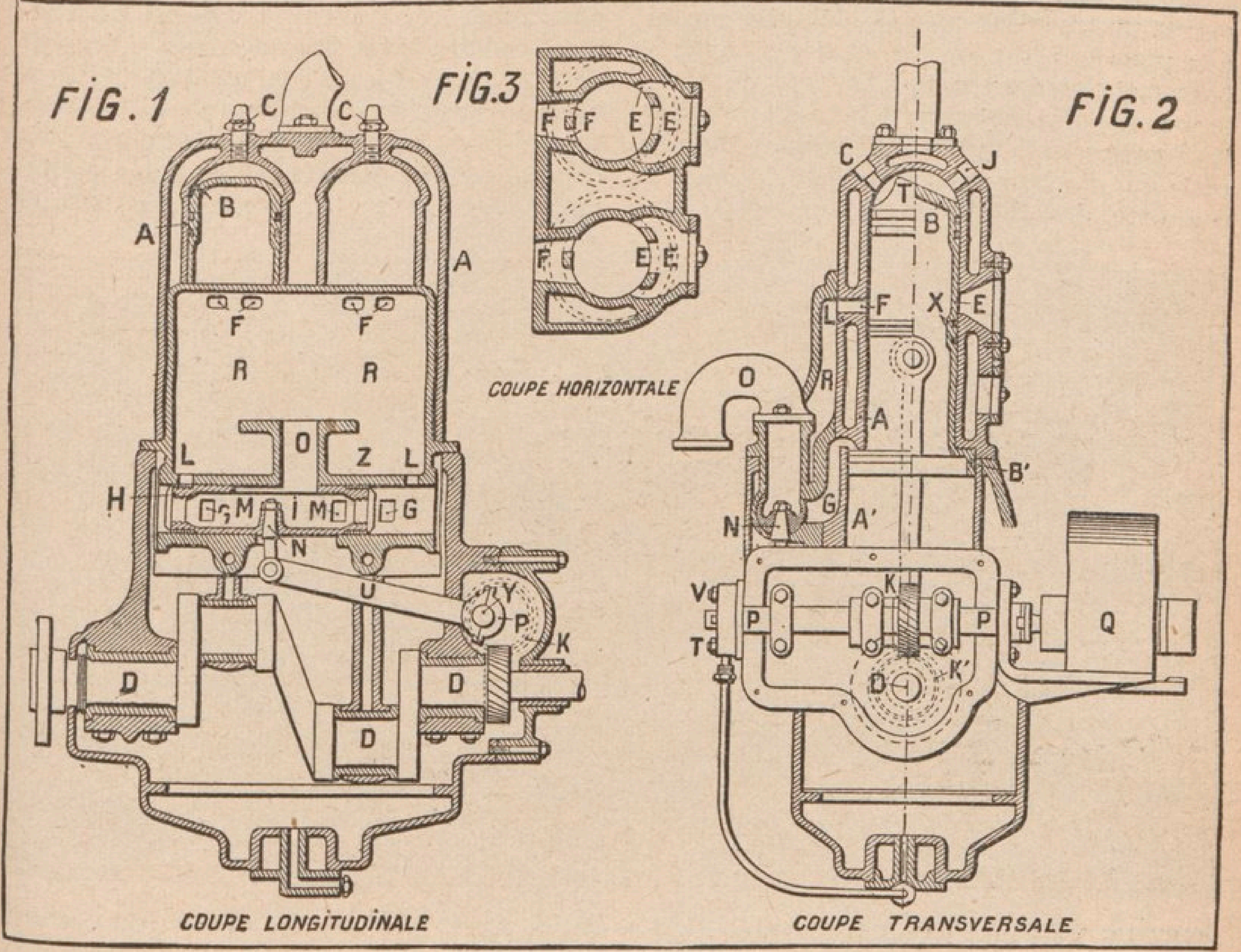
VUE EXTÉRIEURE DU MOTEUR A DEUX TEMPS, COTÉ DE L'ÉCHAPPEMENT

Les types américains et les procédés de fabrication employés aux Etats-Unis, ont naturellement servi de modèle. Toutes pièces susceptibles d'être obtenues par emboutissage ont passé à la presse : les longerons du châssis, l'essieu avant, tout ce qui est en tôle, les flasques des roues, certains carters enveloppant des organes en mouvement, tout est mis à la forme par le marteau-pilon, et ces formes sont telles qu'elles multiplient la



COUPE SCHÉMATIQUE DU CHASSIS, MONTRANT LA DISPOSITION DES ORGANES

résistance du métal tout en lui conservant sa plus grande légèreté. On s'expliquera ainsi aisément qu'une roue, par exemple, obtenue d'un seul coup de presse doit forcément coûter infiniment moins cher que celle qui, faite de rayons d'acier ou de rais de bois, demande des heures de travail et des ouvriers spécialistes. Ce sera le cas de la carrosserie pont arrière fait de deux flasques de tôle boulonnées l'une contre l'autre et entre lesquelles sont logés le couple conique et le différentiel. Le changement de vitesse, à système planétaire et à engrenages droits toujours en prise, comporte seulement deux vitesses et une marche arrière, le tout commandé par une seule pédale ; un embrayage



COUPES D'UN MOTEUR D'AUTO A DEUX TEMPS, SANS SOUPAPE

A, cylindres moteurs ; A', cylindres des pompes ; B, pistons moteurs ; B', pistons des pompes ; C, bougies ; D, vilebrequin ; E, orifices d'échappement ; F, orifices d'admission ; G, orifices de communication entre les pompes et le cylindre H ; H, cylindre horizontal du distributeur ; I, distributeur ; J, robinets purgeurs ; KK', engrenages hélicoïdaux ; L, orifices de communication entre le cylindre H et le réservoir R ; M, orifices de communication avec les orifices G des pompes ; N, tige de commande du distributeur ; O, tubulure centrale d'arrivée des gaz ; P, arbre transversal ; Q, magnéto ; R, réservoir à gaz comprimés ; T, Déflecteur ; U, bielle horizontale ; V, pompe à huile ; X, segments ; Y, excentrique.

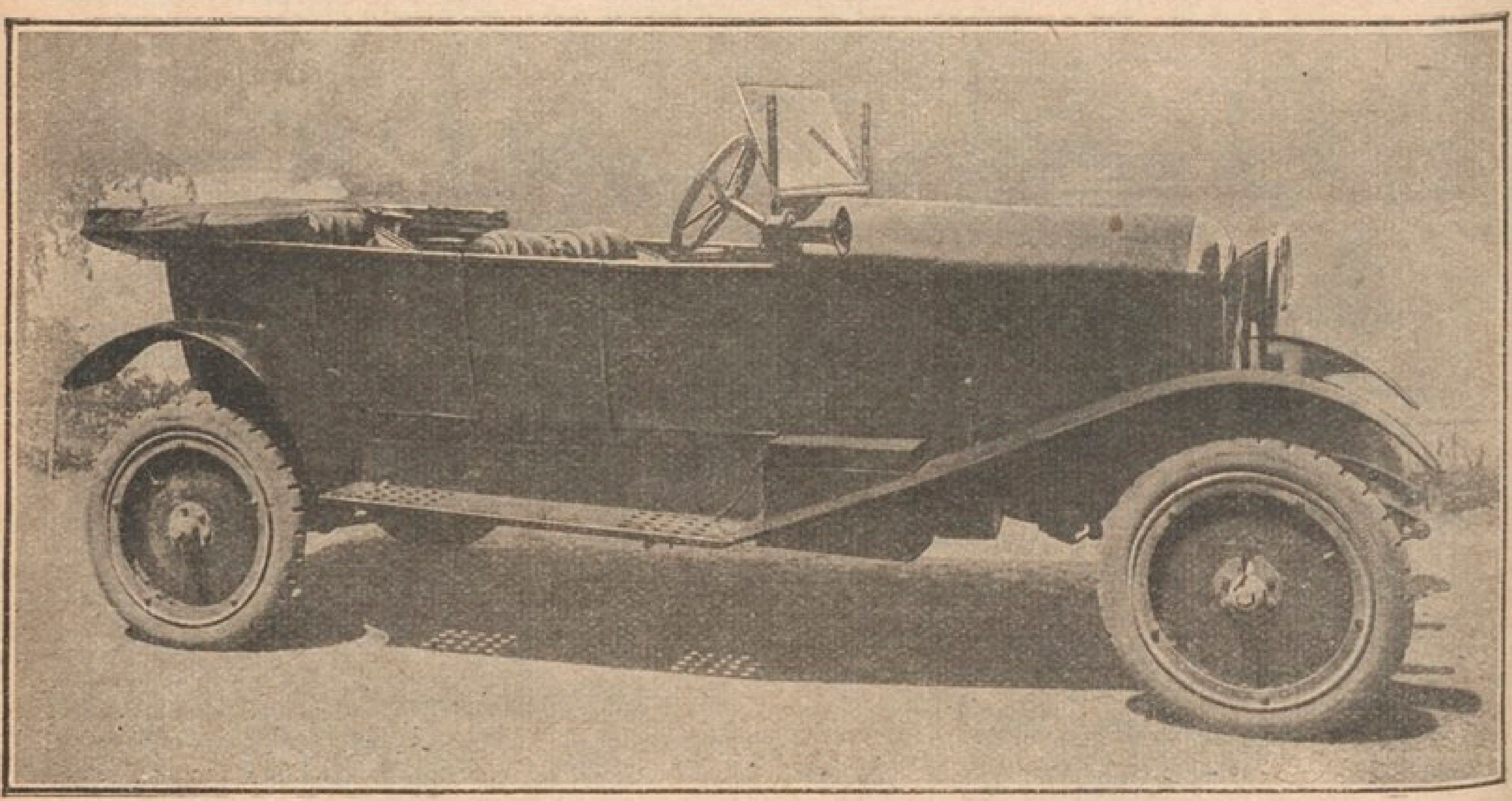
faite à la mode américaine, en tôle, sans bois, de deux ou trois morceaux raccordés l'un à l'autre et réunis, consolidés par de légères cornières de fer ; ailes, garde-crottes, marchepieds sont établis de la même façon, arrondis, profilés, mis en forme à la presse.

Quant aux organes, ils sont réduits à leur plus simple expression : moteur, embrayage, changement de vitesse ne forment qu'un seul bloc ; un arbre de transmission le réunit au pont arrière… métallique à disques permet de démarrer et de circuler en ville en prise directe. A ces organes si peu compliqués, ajoutez un radiateur, un essieu avant, quatre et même cinq roues, puisqu'on en fournit une de secours, une paire de cantilevers pour la suspension arrière, une direction, et voilà un châssis complet. Mais réduire le nombre des organes n'est pas le seul moyen de produire économiquement ; leur usinage en est un

autre. Les organes en mouvement, pignons, engrenages, arbres de transmission, paliers, butées, ne sont tournés que dans les parties qui travaillent ; le reste ne passe pas sous l'outil ; tel qu'il vient de la fonte ou de la forge, tel il est employé dans la voiture. Est-il en effet, bien utile de polir, d'aléser des parties de pièces qui tournent sans toucher à rien ?

Le moteur, dans le cas qui nous occupe, mérite une mention spéciale. Ici, plus encore que pour le reste, on est sorti des sentiers battus et l'on est revenu à un type qui a vu le jour depuis longtemps déjà, dont, à maintes reprises, on a vu des modèles fonctionner mais qui n'a jamais eu la chance de faire la conquête des financiers indispensables au lancement d'une idée nouvelle : nous voulons parler du moteur à deux temps. Au point de vue général, il présente cependant des avantages, il possède des qualités qui lui vaudraient plus de faveurs qu'il n'en a eu jusqu'à présent. Théoriquement, et de par son fonctionnement même, le moteur à deux temps donne, à égalité d'alésage, une puissance double de celle du moteur à quatre temps ; pratiquement, le rendement n'est pas aussi beau, il est néanmoins fort intéressant, si l'on considère que la puissance développée est de 180 % environ de celle du quatre temps de mêmes dimensions et de même nombre de tours-minute. D'autre part, le poids d'un deux temps est de 62 à 65 % de celui du quatre temps à puissance égale. La souplesse est aussi un avantage incontestable. On cite, en effet, comme exemple, le cas d'un moteur à deux temps de 7 chevaux, dont le régime normal était 700 tours-minute, à qui l'on a pu faire donner sa puissance, en côte, malgré que le régime en soit tombé à 260 tours. Autrement dit, la souplesse de ce moteur était telle qu'on aurait pu se passer de manœuvrer le levier des vitesses.

Le nombre des pièces essentielles qui composent un moteur à deux temps est sensiblement réduit ; il est presque dans le rapport de 1 à 4 ; c'est-à-dire qu'un 4 cylindres à quatre temps comporte environ 50 pièces, tandis qu'un deux temps à 2 cylindres n'en compte que 13. Ce dernier est donc moitié moins cher à établir. N'est-il pas naturel qu'il ait été adopté par les constructeurs de cette voiture économique et bon marché ?

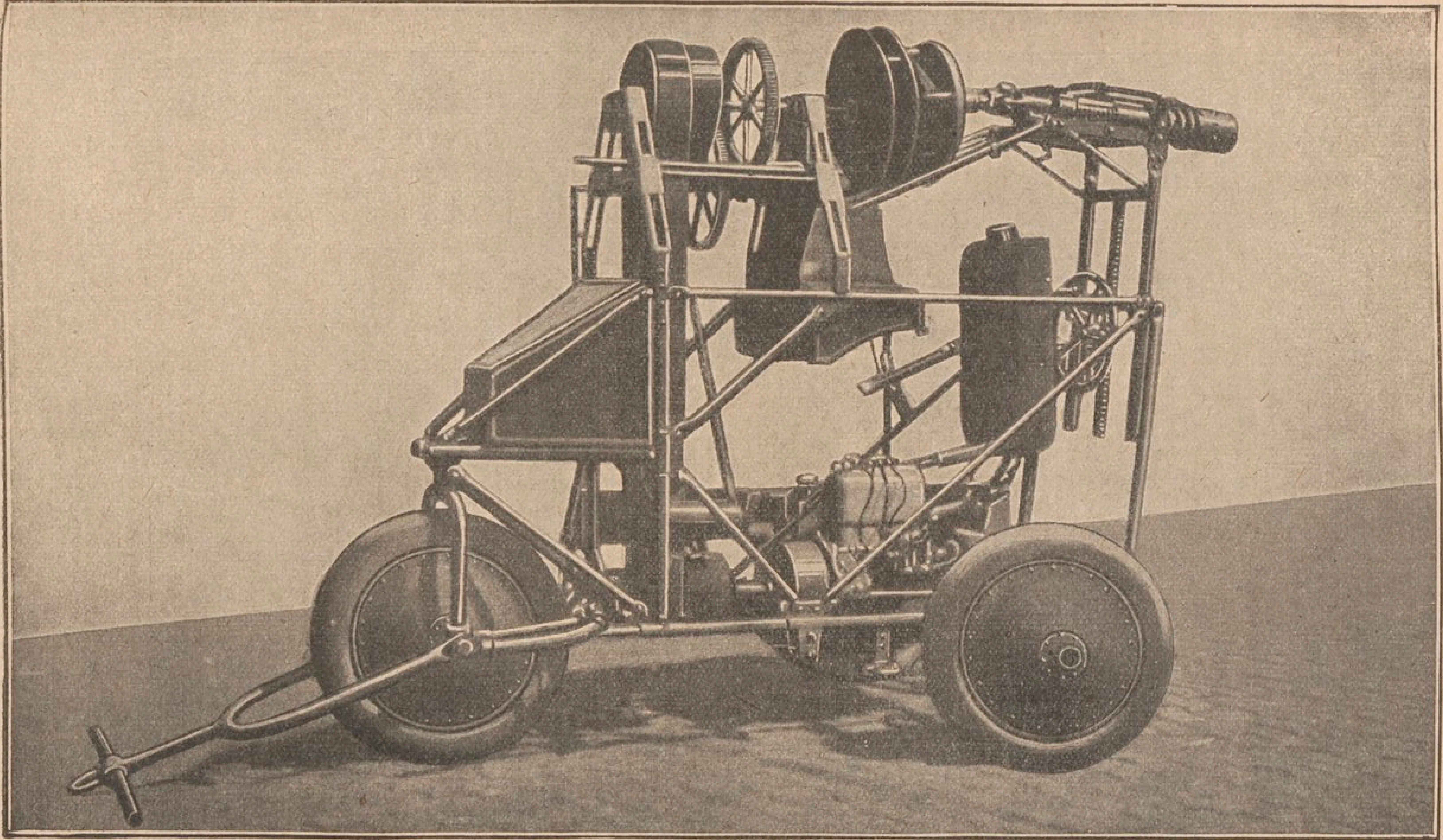


TYPE DE VOITURE, CAPOTE REPLIÉE, MONTRANT LE MODE DE CONSTRUCTION MÉTALLIQUE DE LA CARROSSERIE, DES ROUES, DES MARCHEPIEDS, DES AILES ET DES PHARES

Dans le cas qui nous occupe, le moteur adopté est un deux temps type Thomas, sans soupapes, qui supprime tous les organes bruyants et délicats tels que clapets, arbres à cames, buttoirs, ressorts, etc... La coupe schématique que nous donnons page 547 permet de se rendre compte du dispositif et du mode de fonctionnement de l'appareil.

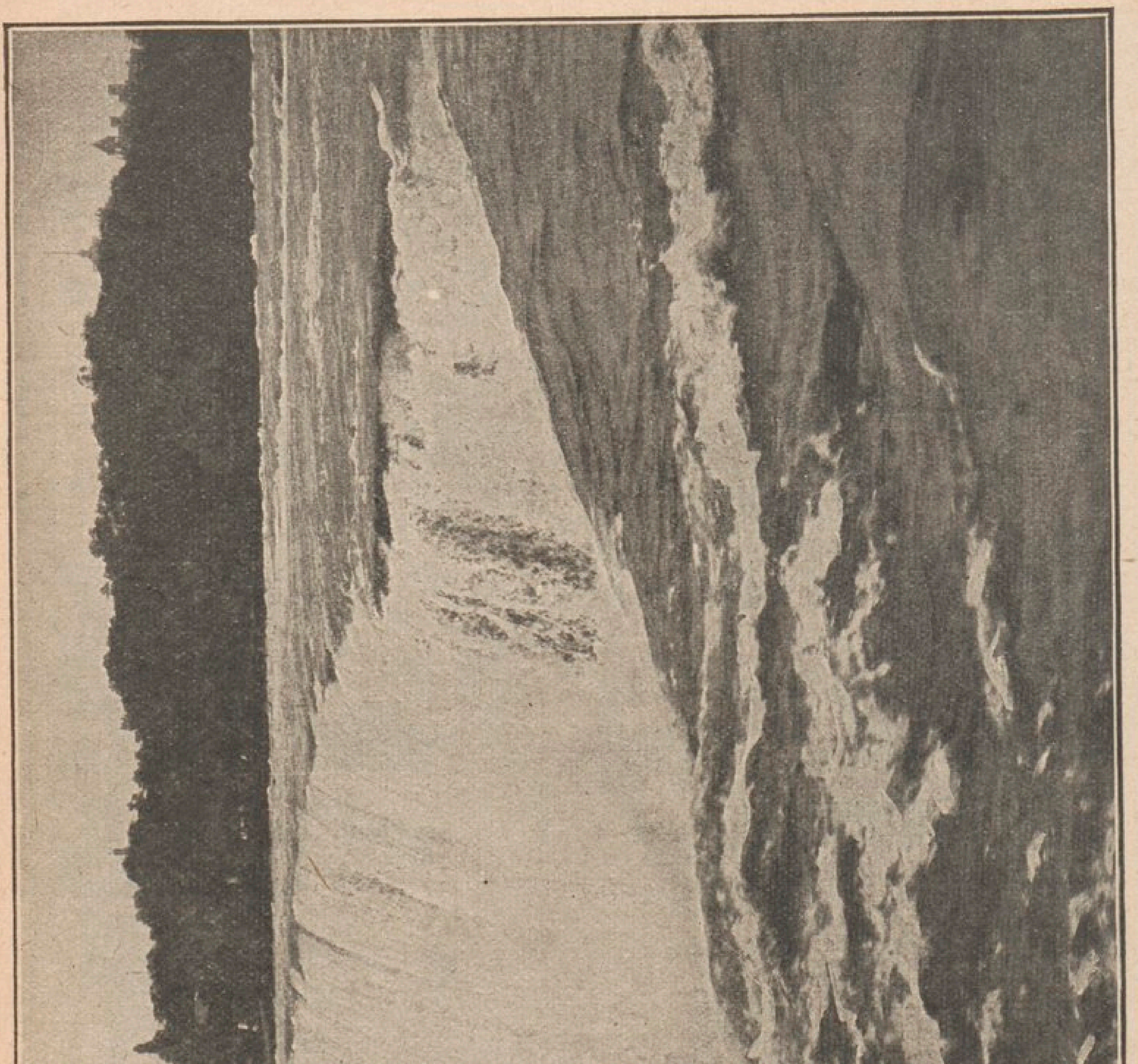
Le problème de la voiture pas chère tel qu'on l'a posé aux Etats-Unis, nous l'avons donc résolu aussi en France, puisque le prix d'une A.S.S., qui se vend 7.750 francs, est encore inférieur à celui de la voiture la meilleur marché en France, jusqu'à ce jour, fût elle américaine.

Xavier Vernon.



APPAREIL SERVANT A LA MISE EN MARCHE DES MOTEURS D'AÉROPLANE NON MUNIS DE DÉMARREUR AUTOMATIQUE

Sur un chariot à trois roues est monté un moteur qui, par une série d'engrenages démultiplicateurs et une transmission par courroie, commande un manchon cylindrique dont l'extrémité vient s'adapter sur le moyeu même de l'hélice qu'il entraine, mettant ainsi en marche le moteur de l'avion, sans danger pour le mécanicien. Le manchon se déplace verticalement de façon à pouvoir être utilisé quelle que soit la hauteur de l'avion à mettre en route.



CINQ MILLIONS DE CHEVAUX-VAPEUR POURRAIENT ÊTRE FOURNIS DANS L'HEURE PAR LES CÉLÈBRES CHUTES DU NIAGARA

CE QUE L'HOMME A SU RETIRER DE LA PUISSANCE DU NIAGARA

Par René BROCARD

Tous les yeux semblent vouloir, aujourd'hui, se tourner vers la houille blanche, et chacun s'inquiète de savoir si le combustible qui nous fait tant défaut pourra vraiment être remplacé, dans un avenir pas trop éloigné, par l'énergie électrique issue des forces hydrauliques naturelles à notre disposition. C'est, en effet, pour la prospérité générale de notre pays et notre bien-être personnel, une question capitale.

Si personne ne peut, aujourd'hui, ignorer ce qu'est la houille blanche, beaucoup, par contre, ne se rendent pas encore bien compte de ce qu'elle représente d'énergie créatrice pour ceux qui sauront, non pas timidement, mais vigoureusement l'asservir C'est, en effet, bien moins un remède à un mal présent — mal qu'il nous faudra, sans doute, endurer longtemps encore — qu'un merveilleux viatique qui, non seulement nous aidera à récupérer complètement nos forces, mais ne cessera par la suite de les accroître.

N'est-il pas, dans ces conditions, particulièrement indiqué de jeter un regard sur la plus ancienne et la plus vaste des exploitations de houille blanche existantes, celle du Niagara, pour y puiser, en même temps qu'une leçon de choses, un aperçu de ce qu'on peut attendre d'identiques efforts.

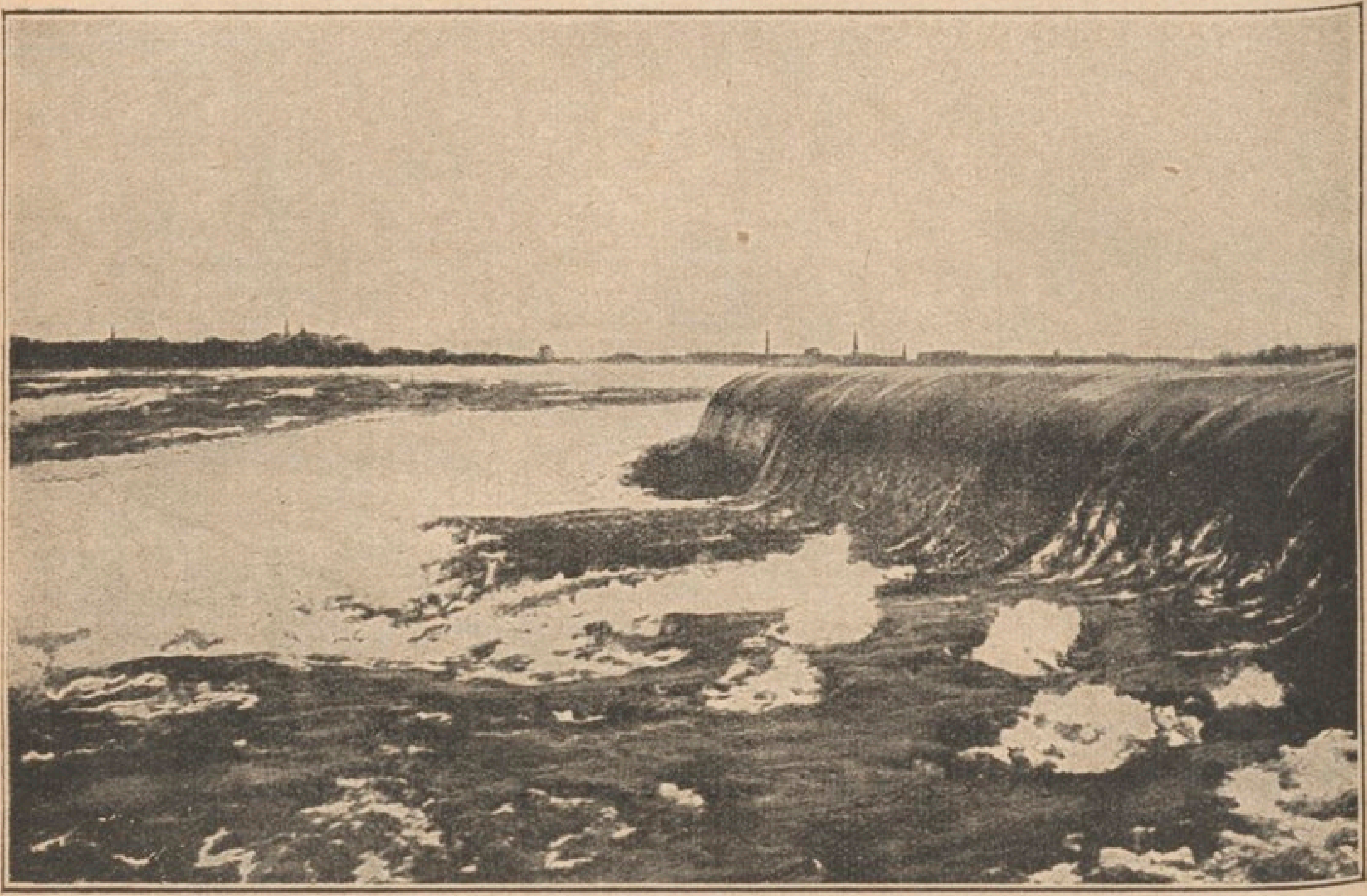
Ce n'est pas d'hier que l'on sut apprécier la source immense de puissance que représentaient les célèbres chutes du Niagara. Les

PAR GRANDS FROIDS, LES CHUTES, GELÉES, OFFRENT UN INCOMPARABLE SPECTACLE

premiers colons qui s'établirent dans la région ne se firent, d'ailleurs, pas faute, sur une très petite échelle, évidemment, d'utiliser cette force hydraulique — qu'on n'appelait pas encore houille blanche — pour faire mouvoir des moulins et même de petites turbines rudimentaires. Celles-ci, bien entendu, n'actionnaient pas alors des générateurs d'électricité, mais procuraient simplement de l'énergie mécanique. Ces précurseurs se contentèrent d'utiliser une faible partie de la force des rapides situés en amont des cataractes, car les faibles moyens dont ils disposaient ne leur permettaient pas de s'attaquer aux chutes elles-mêmes. Quoi qu'il en soit, on peut dire que si les Indiens ne surent, aux abords de ces dernières, que se livrer à de dangereuses acrobaties et, chaque année, immoler une vierge dans le gouffre béant (ainsi le veut, tout au moins, la légende), les premiers colons européens se montrèrent infiniment plus pratiques. Dans cette grandiose manifestation des forces naturelles, ils découvrirent, en effet, un moyen de justifier leur mainmise sur une terre inhospitalière et d'y créer des établissements prospères.

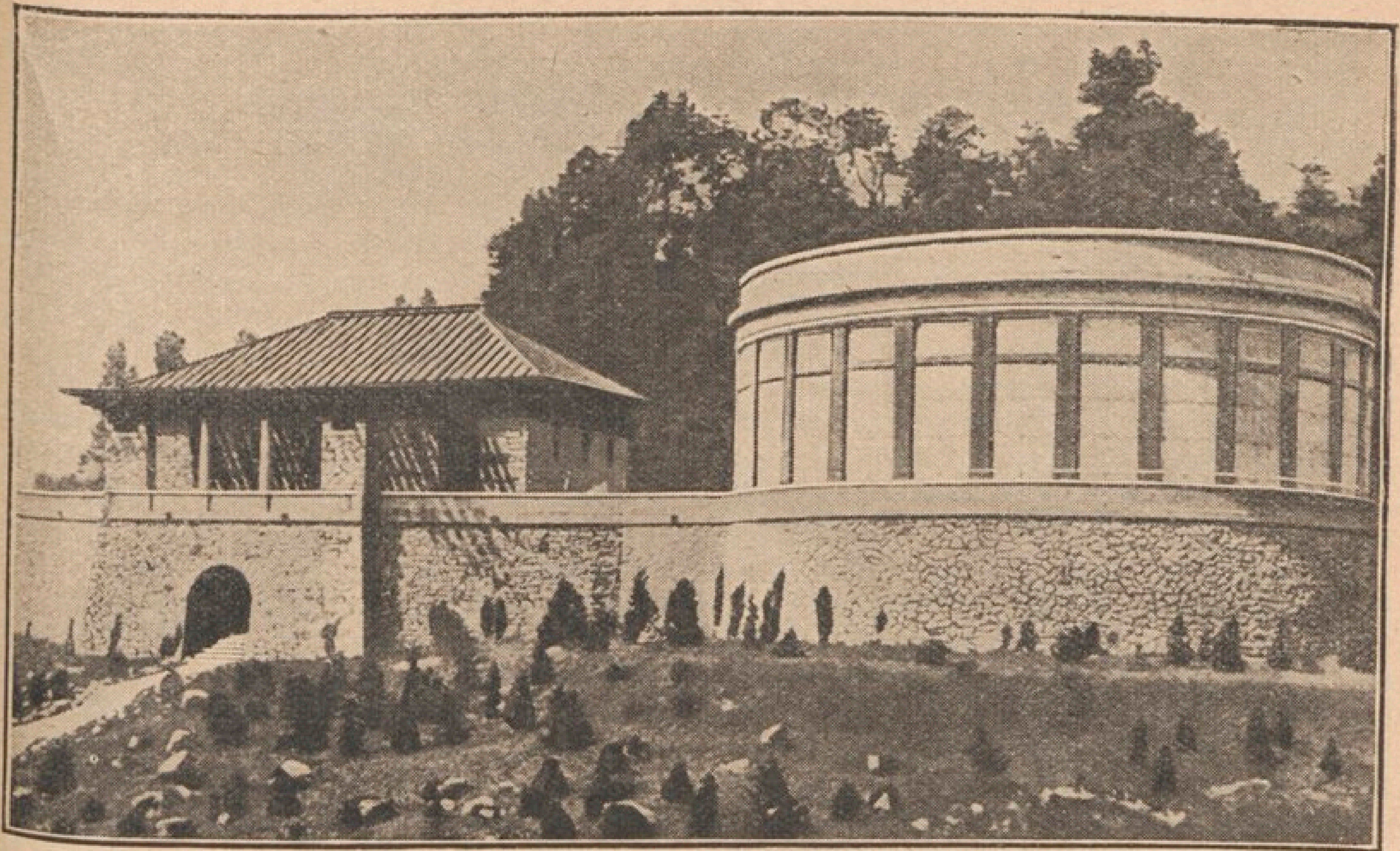
La découverte de l'électricité, ou mieux des moyens d'utiliser industriellement le fluide magique ; les rapides progrès scientifiques qui en découlèrent ; la possibilité, d'autre part, de distribuer et utiliser de grandes quantités d'énergie dans un pays riche d'industries variées, devaient fatalement suggérer des méthodes d'exploitations infiniment plus modernes et plus efficaces de cette source de puissance immense et toujours renouvelée. Là où il n'était besoin que de quelques chevaux-vapeur pour moudre du maïs et scier des grumes, il en faut maintenant des milliers pour faire fonctionner d'innombrables et immenses usines; quant aux quelques pieds de dénivellement qui suffisaient aux besoins des premiers colons, ils doivent, aujourd'hui, faire place à la totalité de la hauteur de chute.

Des centrales électriques de plus en plus puissantes ont ainsi surgi sur les deux rives du Niagara, c'est-à-dire tant du côté canadien que du côté américain. Force nous est, toutefois, de dire que la rive américaine prit, au début, une avance considérable sur la rive canadienne. Par contre, tous les touristes ont pu remarquer que si les Américains ne se sont guère souciés de respecter le site auquel les chutes apportaient une incomparable majesté, les Canadiens, ou tout au moins les entreprises qui s'établirent sur la rive canadienne, ont fait un louable effort pour lui laisser un



DIGUE SUBMERGÉE FAISANT PARTIE DES OUVRAGES SITUÉS EN AMONT DES CHUTES

L'excès de l'eau qui est nécessaire à l'alimentation de la centrale, fait retour aux rapides supérieurs en passant par-dessus cette digue ; il entraîne avec lui glaçons et débris minéraux.



LE RÉSERVOIR DE TROP-PLEIN ET LE RÉSERVOIR RÉGULATEUR DE LA CENTRALE

L'un et l'autre ont pour mission principale de s'opposer à une augmentation exagérée de la pression dans les canalisations, en cas de diminution soudaine de la charge à la centrale.

peu de sa primitive grandeur. Pour rendre à César ce qui lui appartient, il est d'ailleurs juste de reconnaître que ce résultat est dû, pour beaucoup, à l'initiative de la municipalité canadienne de Niagara Falls et aussi, je crois, au gouvernement canadien.

J'ai eu l'heureuse fortune, peu après la signature de l'armistice, de visiter la plus importante de ces centrales, celle de l'*Ontario Power Company*, alors que les abords des chutes étaient encore défendus au promeneur par d'imposantes défenses en fil barbelé. J'obtins cette faveur par l'entremise de l'aimable maire de Niagara Falls (Canada) qui voulut bien aussi m'accompagner et me faire donner tous les renseignements que ma légitime curiosité et les besoins de ma profession me suggérèrent d'obtenir.

Je résumerai ainsi ces renseignements :

La compagnie en question a établi ses prises d'eau en un point de la rive canadienne situé à environ un mille (1.609 mètres) en amont de la principale chute, la *Horseshoe Fall* (chute en fer à cheval), et juste au-dessus de la première cascade des rapides supérieurs. De ce point, l'eau, après qu'on l'a débarrassée, par un système de grilles, des glaçons et débris végétaux qu'elle charrie, est conduite, par des conduits souterrains en acier et ciment et des puits percés dans le roc, à la centrale proprement dite, qui est située au pied de la falaise, en aval de la *Horseshoe Fall.* L'énergie électrique y est produite par d'immenses turbo-générateurs, et est conduite par des câbles souterrains à la station distributrice érigée en haut de la falaise. De cette station rayonnent en tous sens les lignes de transport de force qui desservent, souvent à des distances considérables, les mille et une industries dont la vie et l'essor dépendent de l'impondérable fluide.

En hiver, et pendant le printemps, la rivière charrie de grandes quantités de glaçons, et, bien que la plupart de ces derniers flottent à la surface, il s'en trouve suffisamment entre deux eaux pour nuire au fonctionnement de l'usine, si on ne les arrêtait pas aux prises d'eau. Dans ce but, un long barrage a été érigé, qui s'étend dans la rivière presque parallèlement au courant. Ce barrage ne permet qu'à l'eau du fond de pénétrer dans un bassin avancé ; ainsi la glace et les débris flottants sont emportés dans les rapides par le courant très fort qui balaye la muraille extérieure du barrage.

Dans la tranquillité relative du bassin avancé, d'autres glaçons montent à la surface, que l'on *passe* d'une manière analogue à la *station des grilles* (screen house). A la *station des vannes* (gate house), l'eau est, une fois de plus, *passée* et finalement admise par de grandes vannes mues électriquement dans

les canalisations principales. Cette installation d'ouvrages avancés est aussi unique qu'efficace. Huit hivers se sont écoulés depuis leur entrée en fonctionnement ; or, à aucun moment, la centrale n'a été arrêtée du fait des glaces, C'est là un record sans précédent pour les usines d'énergie électrique installées dans des régions où le climat est, durant l'hiver, aussi rigoureux que dans le voisinage des chutes du Niagara.

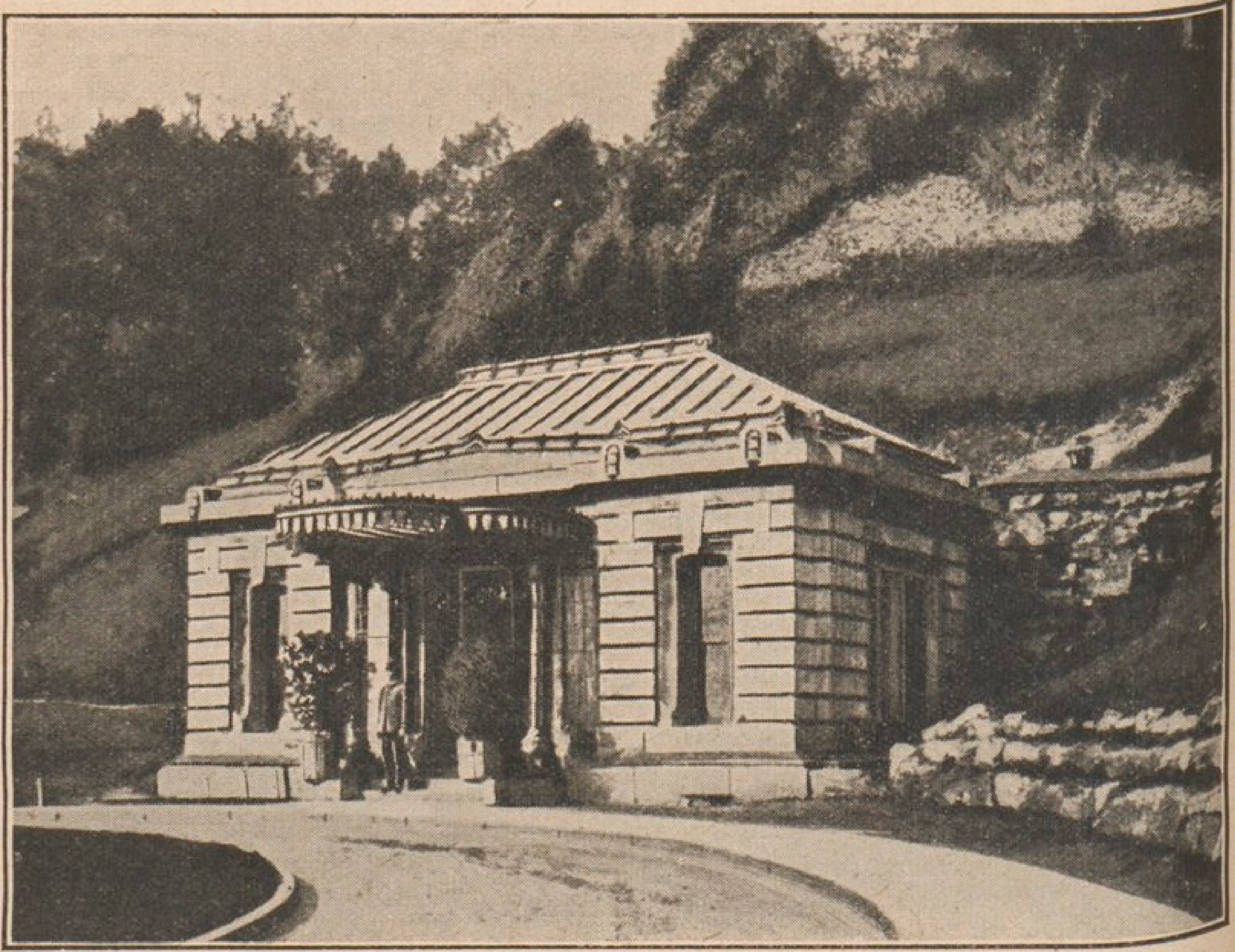
Les vannes ont évidemment pour mission de régulariser et de contrôler l'admission dans les canalisations de l'eau du bassin intérieur. La première fut achevée en 1905 ; la seconde entra en service pendant le cours de l'année 1910 ; une troisième sera nécessaire pour l'extension projetée de l'installation.

De la station des vannes partent deux canalisations en acier et ciment, qui traversent souterrainement le parc de la Reine-Victoria, sur un peu plus d'un kilomètre et demi. La première canalisation aboutit à un réservoir de trop plein ; la seconde, au réservoir régulateur. Le réservoir de trop plein et le réservoir régulateur ont tous deux pour mission de s'opposer à une augmentation exagérée de la pression dans les canalisations, en cas de diminution soudaine de la quantité d'eau nécessaire au fonctionnement de la centrale ; ils jouent, en somme, le rôle de tampon. Le réservoir régulateur sert également de réserve d'eau pour parer à une brusque augmentation de la puissance requise.

Sur les canalisations, près du réservoir de trop plein et du réservoir régulateur, s'amorcent, avec interposition de vannes mues électriquement et situées dans une chambre creusée dans le roc, des conduits verticaux en acier, de 2 m. 70 de diamètre. Ces derniers descendent directement jusqu'à un niveau légèrement inférieur à celui du plancher de la génératrice, puis, formant un coude à angle droit, ils s'étendent horizontalement jusqu'aux turbines hydrauliques qu'ils alimentent à raison de une par conduit.

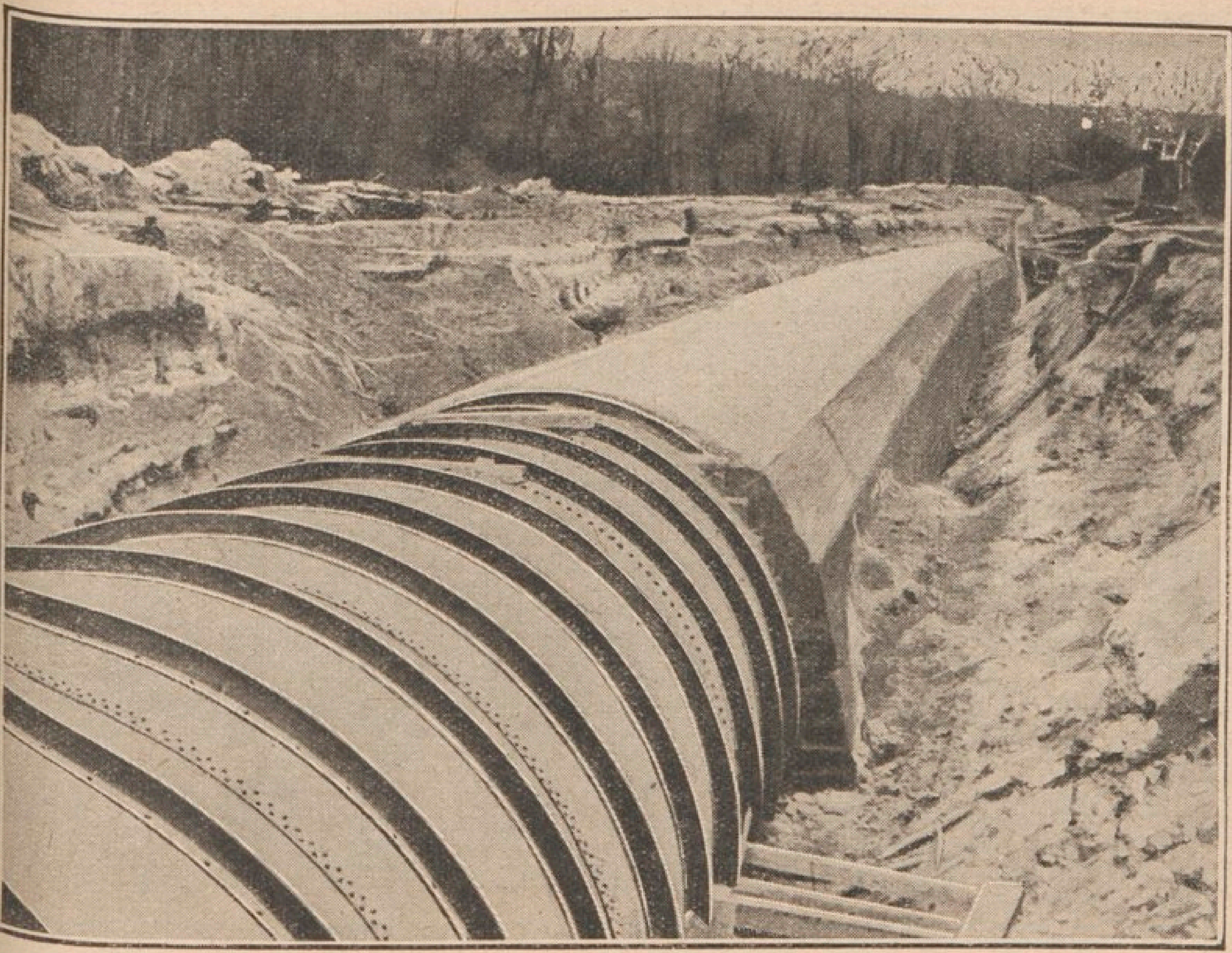
En sortant des turbines, l'eau, empruntant des canalisations appropriées, retourne à la rivière en passant par des ouvertures percées dans le mur extérieur de la centrale.

Les générateurs sont actuellement au nom-



CET APPARENT CHALET EST SIMPLEMENT L'ENTRÉE D'UNE VASTE USINE SOUTERRAINE

Pour préserver la beauté du parc et la splendeur des chutes, toutes les constructions qui pouvaient nuire au pittoresque du cadre ont été bâties sous terre, dans le roc.



VUE D'UNE DES CANALISATIONS D'EAU PENDANT SA CONSTRUCTION

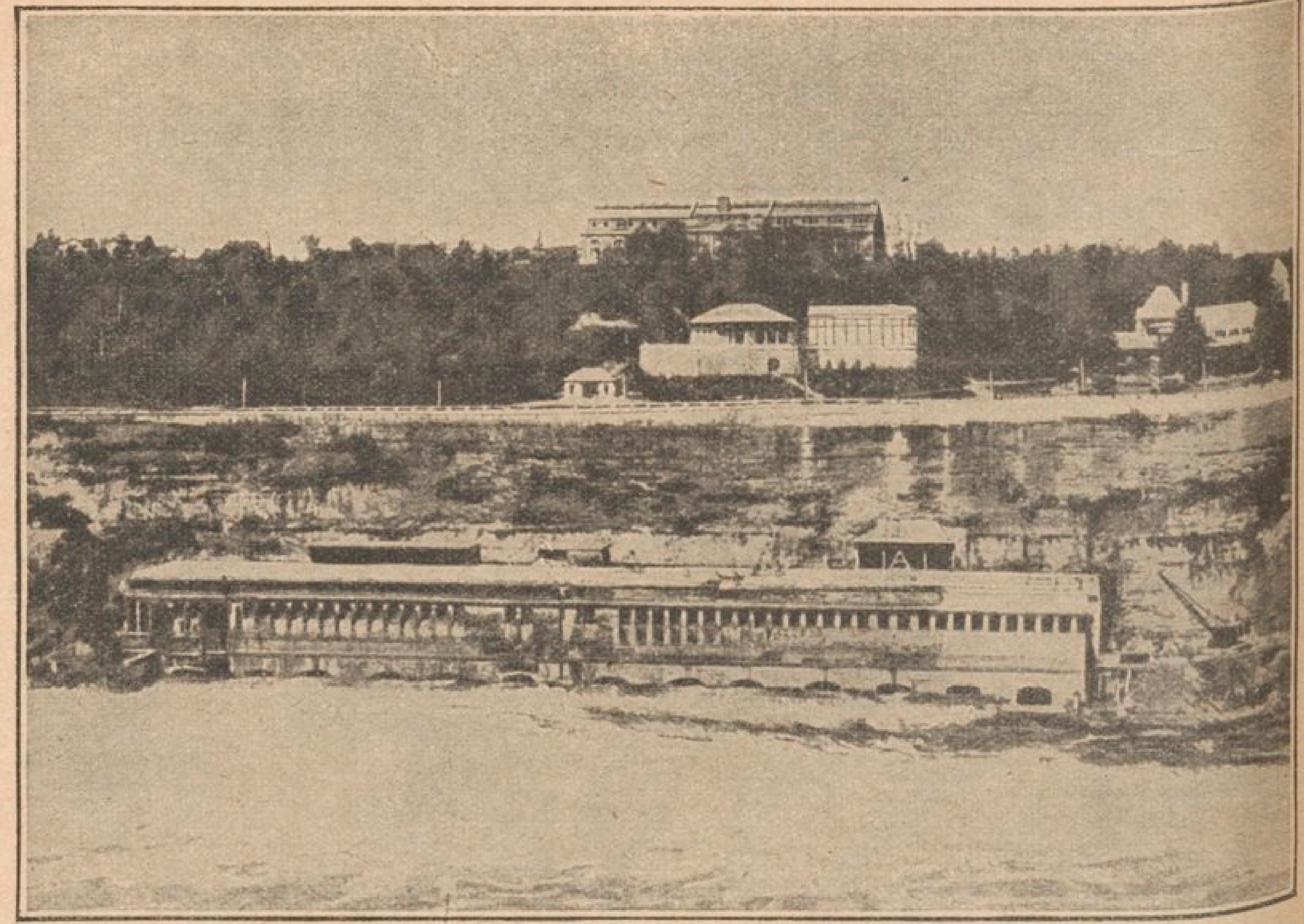
Cet énorme conduit mesure 5 m. 40 de diamètre et 840 mètres de longueur; il est en tôle d'acier noyée dans une carapace de béton armé. Une autre canalisation est entièrement en béton armé.

bre de quatorze ; leur capacité totale est d'environ 124.390 kilowatts ; ils sont tous du type horizontal et sont accouplés chacun à deux turbines jumelées et équilibrées. Deux alternateurs de 1.180 kilowatts, actionnés par des turbines, fournissent l'énergie nécessaire au fonctionnement des groupes convertisseurs individuels lesquels sont exclusivement utilisés à la production du courant d'excitation des générateurs principaux.

De la station génératrice partent les canalisations souterraines qui transportent l'énergie électrique à la station distributrice érigée sur la colline. Cette énergie est conduite par câbles sous plombs et en caniveaux, aux barres de départ ; de là, une partie du courant se rend aux transformateurs qui élèvent la tension de 12.000 à 60.000 volts. C'est à ce voltage que se font les transports de force à grande distance ; certaines des lignes vont jusqu'à Syracuse (Etat de New-York) située à près de 260 kilomètres des chutes. Sur le territoire du Canada, l'énergie est distribuée à 12.000 et 30.000 volts aux nombreuses industries qui se trouvent dans le voisinage de la centrale et au réseau de la commission d'énergie hydro-électrique de la province d'Ontario, laquelle, cependant, porte à 110.000 volts, la tension de l'énergie qui lui est fournie et qu'elle distribue à ses clients.

Dans la chambre centrale de la station distributrice sont groupés tous les appareils et dispositifs de commande des interrupteurs à bain d'huile et de contrôle du voltage et de la vitesse des générateurs. Les appareils de mesure sont tous enregistreurs. Dans cette chambre est également installé un central téléphonique privé, grâce auquel on peut, directement et dans le minimum de temps, communiquer avec n'importe quelle sous-station et client du réseau entier.

La compagnie n'a épargné aucun effort pour préserver la beauté du parc et l'intégrale majesté des chutes. Les prises d'eau sont situées et construites de telle manière que le niveau de la rivière en amont des chutes est plutôt élevé qu'abaissé. Les stations des vannes et des grilles ont été rendues aussi peu apparentes que possible et ce qu'on en voit ne dépare pas l'incomparable site.



VUE GÉNÉRALE DES CONSTRUCTIONS ET BATIMENTS EXTÉRIEURS DE LA CENTRALE

On voit, au premier plan, presqu'à fleur d'eau, la salle des machines; c'est par les ouvertures percées dans le mur de soutènement que l'eau qui sort des turbines retourne à la rivière.

Des îles nouvelles ont été créées et des observatoires installés pour la contemplation des chutes et des rapides. Bien entendu, ils sont complètement et gratuitement ouverts au public. Toutes les constructions qui, par leur nature, ne pouvaient que nuire à la splendeur du cadre, ont été placées sous terre. La station génératrice se marie tellement bien avec le décor qui lui sert de fond que c'est à peine si on la remarque. J'insiste sur ce louable effort parce que, malheureusement, il est trop isolé, non pas seulement dans le Nouveau Monde, mais, tous les touristes le savent et le déplorent, dans notre propre pays. C'est donc un exemple à suivre.

La dépression totale du Niagara sur son parcours de 36 milles (environ 58 kilomètres) entre les lacs Erié et Ontario, est approximativement de 97 mètres, dont 65 mètres environ rien que pour les cataractes et les rapides immédiatement au-dessus d'elles.

La chute américaine *(American Fall)* atteint une cinquantaine de mètres et mesure environ 300 mètres de largeur ; la chute en fer à cheval *(Horseshoe Fall)* a environ 47 mètres de hauteur et 780 mètres de développement. La plus grande profondeur de la rivière, immédiatement au-dessous des cataractes, est approximativement de 57 mètres.

On estime le débit d'eau à une moyenne de 6.296 mètres cubes *à la seconde*; cela ne fait pas loin de 25.000.000 de tonnes à l'heure et représente une énergie cinétique de 5.000.000 de chevaux-vapeur en chiffres ronds.

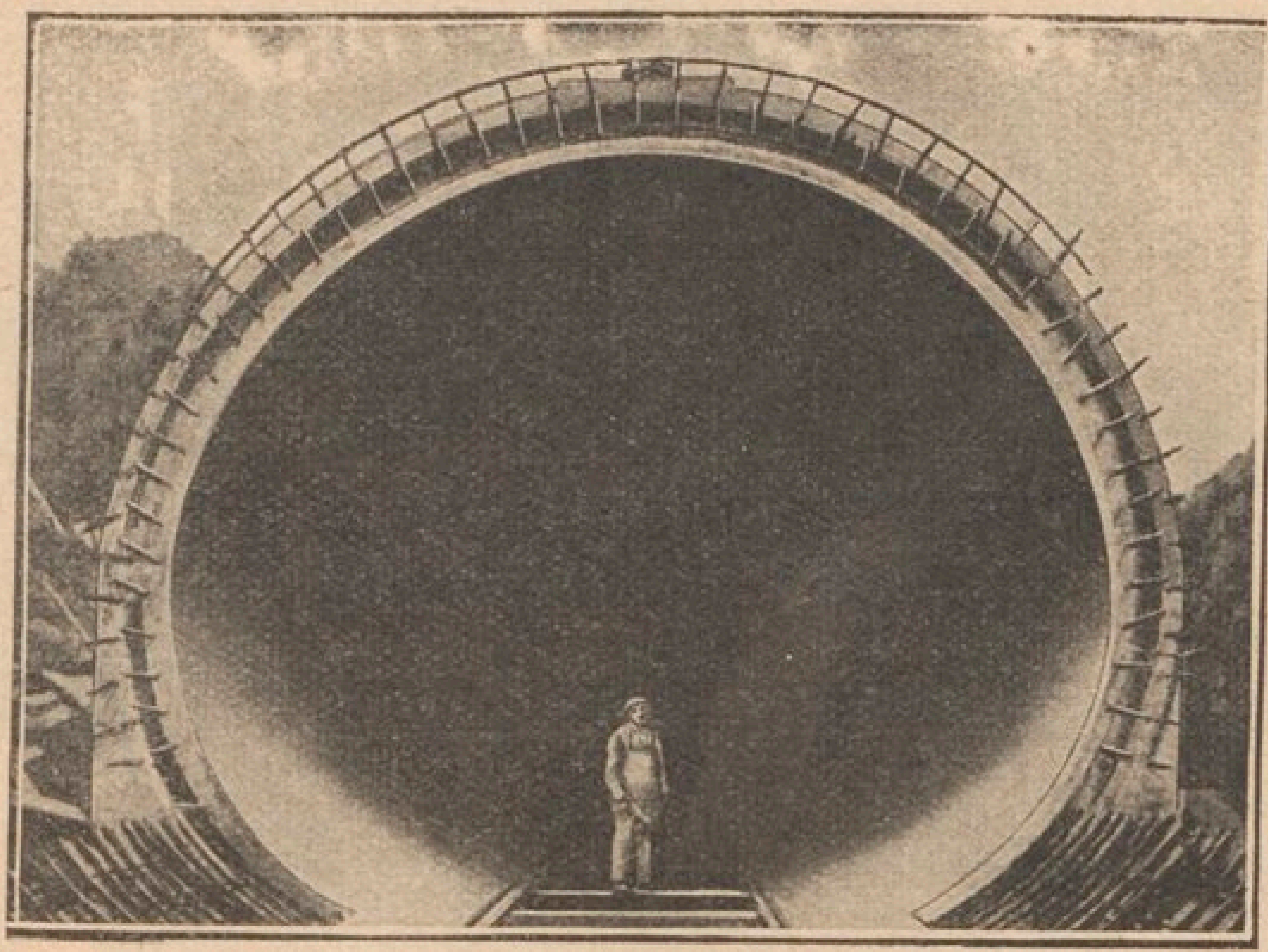
A la hauteur des travaux avancés de l'Ontario Power Company, la rivière mesure tout près d'un kilomètre de largeur ; la vitesse du courant y atteint 2 m. 50 à la seconde.

Le barrage, construit en ciment armé, mesure près de 180 mètres de longueur et est divisé en vingt-cinq compartiments. Le rideau de ciment qui dévie le courant de surface descend à 2 m. 70 dans l'eau qui, à cet endroit, a 4 m. 50 de profondeur. C'est par ces compartiments que l'eau peut accéder dans le bassin avancé ; elle y pénètre à une vitesse de 1 m. 50 à la seconde. Un certain nombre de poutrelles peuvent être insérées entre les cloisons de chaque compartiment, de manière, en obturant plus ou moins ces derniers, à régler le débit d'eau du barrage.

Le bassin avancé, qui mesure 3 ha. 237 de superficie et dont la profondeur varie entre 4 m. 50 et 6 mètres, est limité extérieure-

ment, d'une part, par le barrage, et, d'autre part, par une digue au-dessus de laquelle une grande partie de l'eau qui pénètre dans le bassin avancé peut s'échapper pour retourner aux rapides supérieurs, emportant avec elle les glaçons et les débris qui ont réussi à franchir les premières grilles. Cette digue mesure 217 mètres de longueur.

La station des grilles mesure 96 mètres de longueur; elle est en ciment armé garni extérieurement d'un revêtement en pierre de taille. Deux larges escaliers conduisent, de chaque côté, au toit de la station qui est aménagé en terrasse et offre au public une promenade spacieuse d'où l'on a, sur les rapides supérieurs, une vue magnifique. La profondeur de l'eau, à la station des grilles, est approximativement de six mètres.

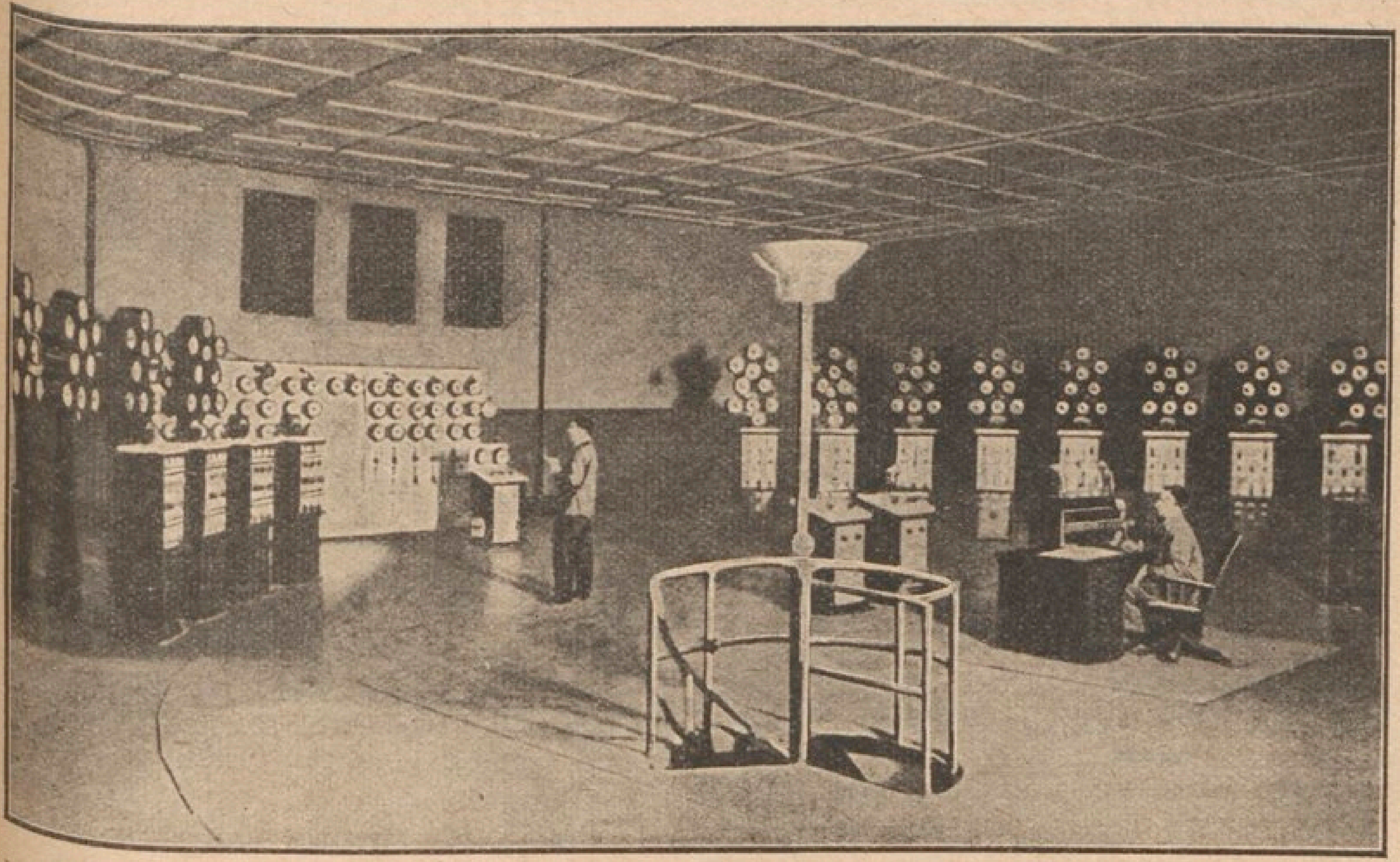


CETTE CANALISATION EST DE SECTION OVALE ET NON RONDE COMME L'AUTRE ; ELLE EST ENTIÈREMENT EN BÉTON ARMÉ

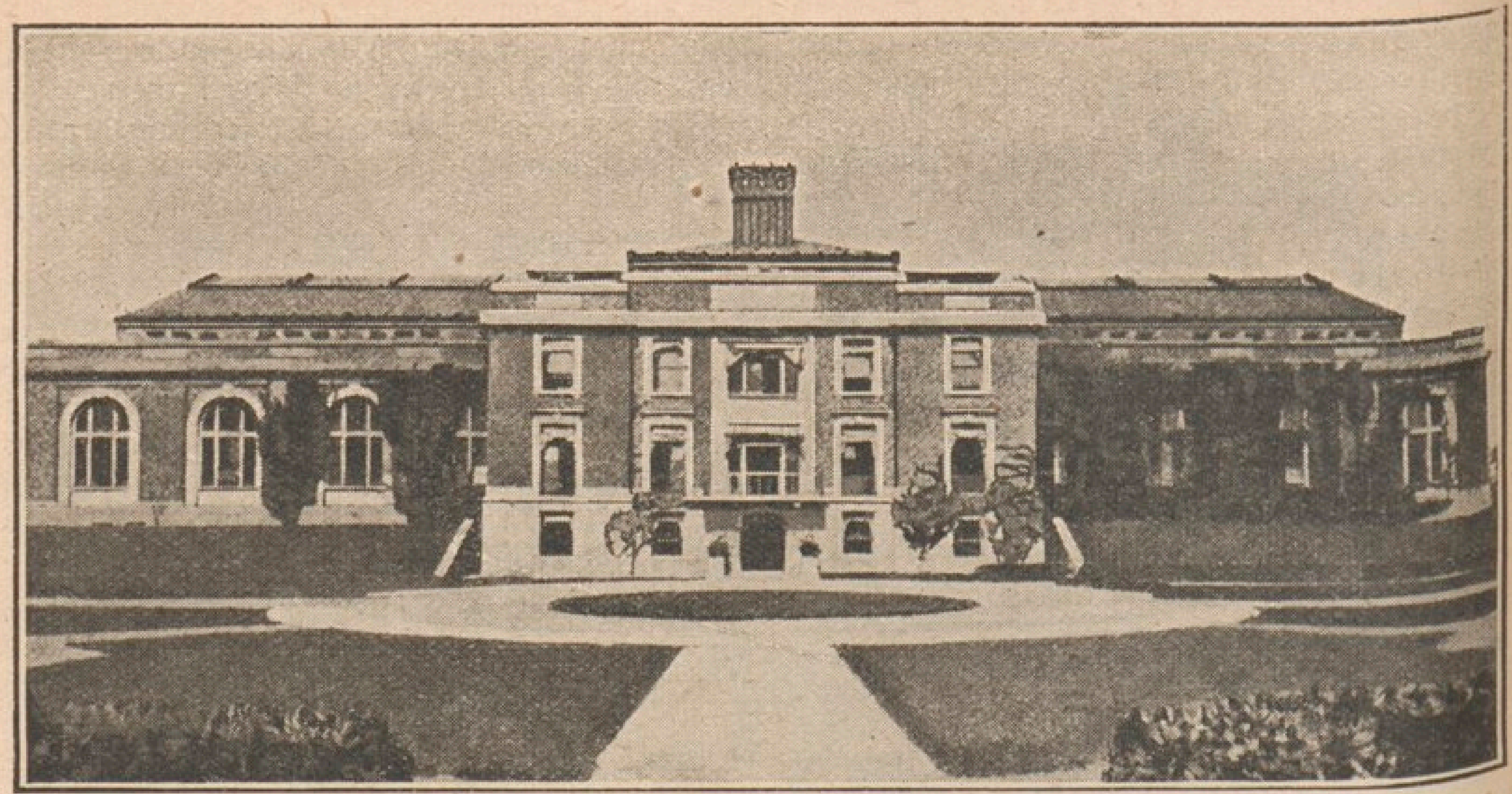
Le bassin intérieur mesure environ 80 ares de superficie ; la profondeur d'eau y varie de six à neuf mètres.

La station des vannes, de construction similaire à celle de la station des grilles, mesure 36 mètres de longueur; elle est divisée en six chambres, deux pour chaque canalisation principale. Les accès de ces canalisations sont contrôlés par des vannes *Stoney;* celles-ci pèsent, chacune, tout près de quarante tonnes.

La canalisation n° 1 mesure 5 m. 40 de diamètre et 1.840 mètres de longueur ; elle est en tôle d'acier de 12 mm. 5 d'épaisseur, renforcée par des cintres métalliques qui



VOICI LE POSTE CENTRAL OU SONT GROUPÉS LES PUPITRES DE DÉPART, LEURS APPAREILS DE COMMANDE ET DE CONTROLE ET AUSSI LE CENTRAL TÉLÉPHONIQUE



C'EST DANS CE BATIMENT, APPELÉ STATION DISTRIBUTRICE, QUE L'ÉNERGIE EST TRANSFORMÉE ET RÉPARTIE AUX DIFFÉRENTES LIGNES DE TRANSPORT DE FORCE

entourent la moitié supérieure de la section du conduit. La construction métallique est entièrement noyée dans une enveloppe de béton et recouverte de terre. Cette canalisation aboutit à un immense réservoir de trop plein, en béton armé, muni d'un barrage réglable permettant au surplus d'eau de retourner, par un tunnel en spirale, à la rivière, en aval des chutes. Ce réservoir est doté d'une large terrasse-promenade d'où l'on découvre une vue magnifique sur les chutes canadienne et américaine.

La canalisation n° 2 a la même section que la première, mais cette section est ovale au lieu d'être ronde. Elle est entièrement faite en béton armé et repose sur un lit de béton. Cette canalisation, dont l'épaisseur de paroi excède 45 centimètres, aboutit au réservoir régulateur qui est cylindrique, mesure 22 m. 50 de diamètre et est également fait en béton armé. L'eau accède dans ce réservoir à la fois par le haut, au moyen d'un élévateur vertical de 18 mètres de hauteur et aussi par une large ouverture percée dans le fond. Le bassin régulateur a pour double mission d'emmagasiner l'excès d'eau, lorsque la charge sur les turbines est réduite et de fournir à ces dernières le supplément qui leur est nécessaire pour une augmentation de charge, lorsque le débit de la canalisation s'accélère. Cette méthode de régulation est très efficace, car elle n'entraîne aucune perte d'eau et évite le refoulement au bassin intérieur. Ce réservoir permet aussi de récupérer l'excès d'eau du réservoir de trop plein de la conduite n° 1 sans que la régulation en souffre.

Les chambres de valves sont construites à l'aplomb des canalisations principales. Ces chambres mesurent approximativement : 90 mètres de longueur sur 4 m. 80 de largeur ; pour supporter les canalisations qui se trouvent juste au-dessus, leur plafond est une voûte épaisse cintrée, en béton. De larges prises d'eau coniques en tôle d'acier, relient les canalisations en question aux valves.

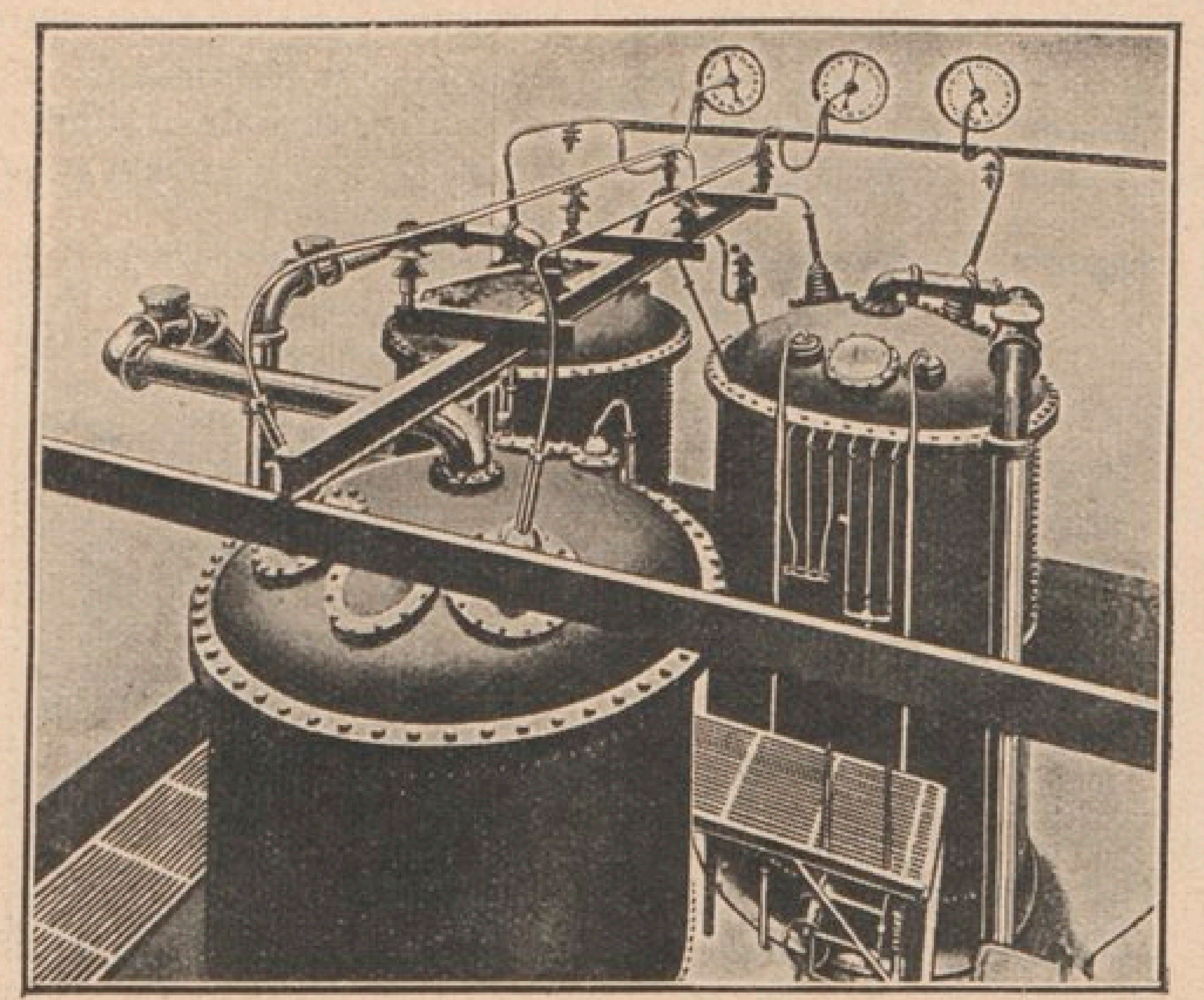
Chaque valve est actionnée par un moteur d'induction de 30 chevaux et peut être ouverte ou fermée complètement en cinq minutes, ce qui est un joli résultat, si l'on considère que ces valves ont 2 m. 70 de diamètre. Les deux valves, de 1 m. 80, qui contrôlent les turbines d'entraînement des générateurs de courant d'excitation sont d'un modèle perfectionné. Elles ne nécessitent ni moteurs, ni engrenages ou cylindres d'eau pour fonctionner ; la force qui les fait mouvoir est constituée uniquement par la pression d'eau dans le corps même de la vanne. Ces vannes se sont montrées si satisfaisantes, que des organes similaires, mais de 2 m. 70 de diamètre, seront employés pour les treizième et quatorzième générateurs actuellement en cours d'installation.

Les conduits ou puits verticaux traversent des tunnels percés à même le roc ; ils mesurent 2 m. 70 de diamètre intérieur ; les uns ont 67 m. 50 de longueur, les autres 91 mètres. Ils sont en tôle d'acier dont l'épaisseur augmente en allant du haut vers le bas.

La station génératrice renferme quatorze

turbines jumelées du type horizontal, dont sept de 12.500 et sept de 13.400 chevaux. Les générateurs ont les caractéristiques suivantes : vitesse, 187 tours ½ par minute, trois phases, vingt-cinq périodes, 12.000 volts. Trois sont de 7.360 kilowatts, quatre de 8.832 kilowatts et sept de 9.568 kilowatts. Les régulateurs fonctionnent au moyen d'huile sous pression.

Le courant d'excitation est fourni par une installation qui consiste en deux éléments comprenant chacun une turbine à eau de 1.600 chevaux, un alternateur triphasé de 900 kilowatts, 2.200 volts, 25 périodes, 375 tours par minute, un moteur d'induction spécial de 2.200 volts et une dynamo génératrice à courant continu de 25 kilowatts, 125 volts ; toutes ces machines sont montées sur le même arbre. Le rôle des moteurs d'induction spéciaux est d'entraîner les alternateurs de 2.200 volts en cas d'accident aux turbines, de manière à éviter tout arrêt dans la production du courant d'excitation. Chaque élément utilisé à la production de ce courant a une capacité suffisante pour assurer seul le fonctionnement de tous les groupes convertisseurs d'excitation individuels ; ces derniers sont employés à raison de un par chaque alternateur de 12.000 volts.

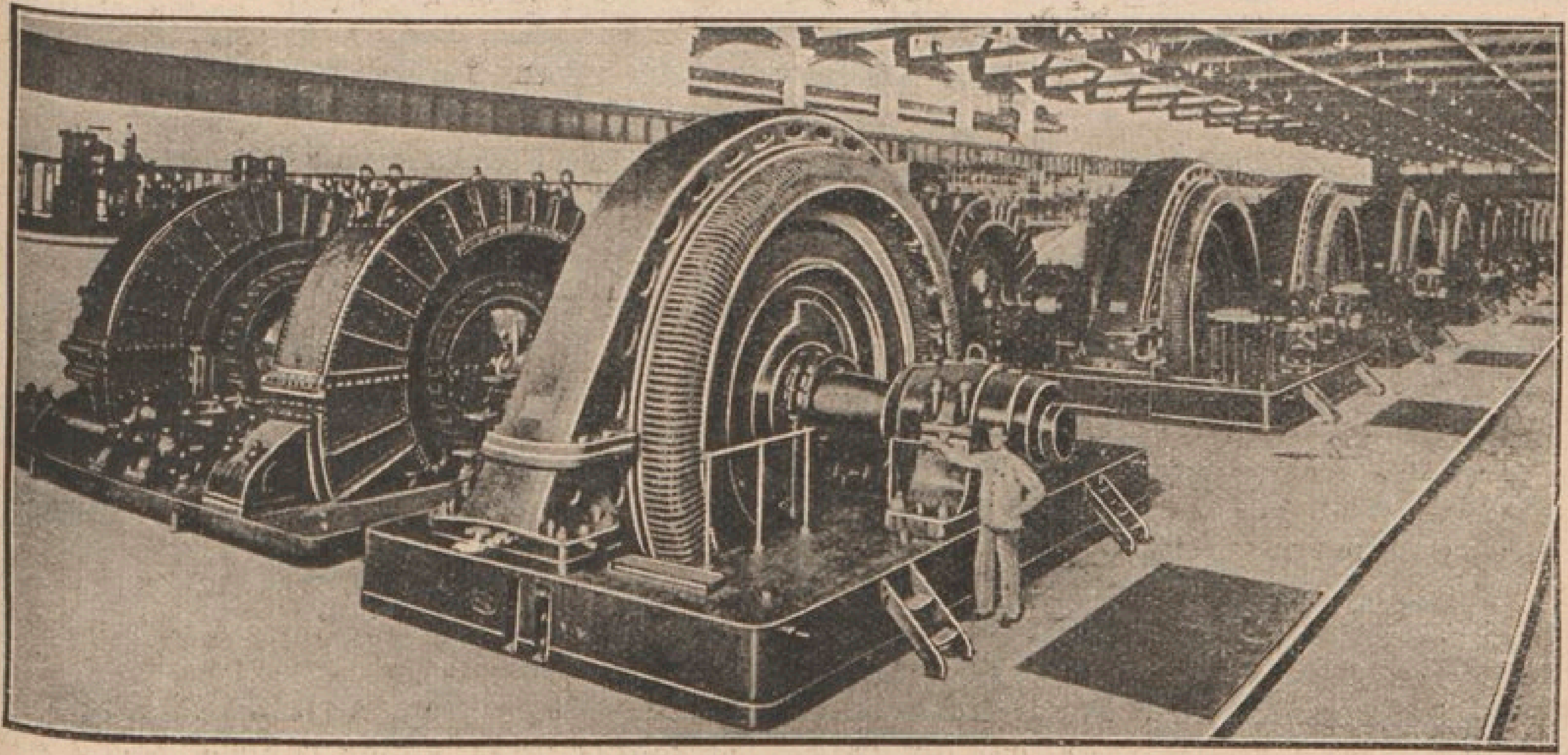


TRANSFORMATEURS DE 3.000 KILOWATTS, ISOLÉS A L'HUILE ET REFROIDIS PAR CIRCULATION D'EAU

Les groupes excitateurs individuels consistent chacun en un moteur d'induction de 60-75 chevaux de puissance, 2.200 volts, 750 tours et en une dynamo génératrice de 40-60 kilowatts sous 200 volts.

La station distributrice offre, par sa situation à flanc de la colline, une vue remarquable sur les cataractes. Les matériaux employés à sa construction, la rendent absolument incombustible.

Tous les conducteurs de départ sont isolés par des cloisons. Les interrupteurs à bain d'huile sont disposés par groupes correspon-



LA STATION GÉNÉRATRICE RENFERME 14 TURBINES JUMELÉES, QUI ENTRAINENT UN NOMBRE ÉGAL D'ALTERNATEURS TRIPHASÉS DE 12.000 VOLTS ET 25 PÉRIODES

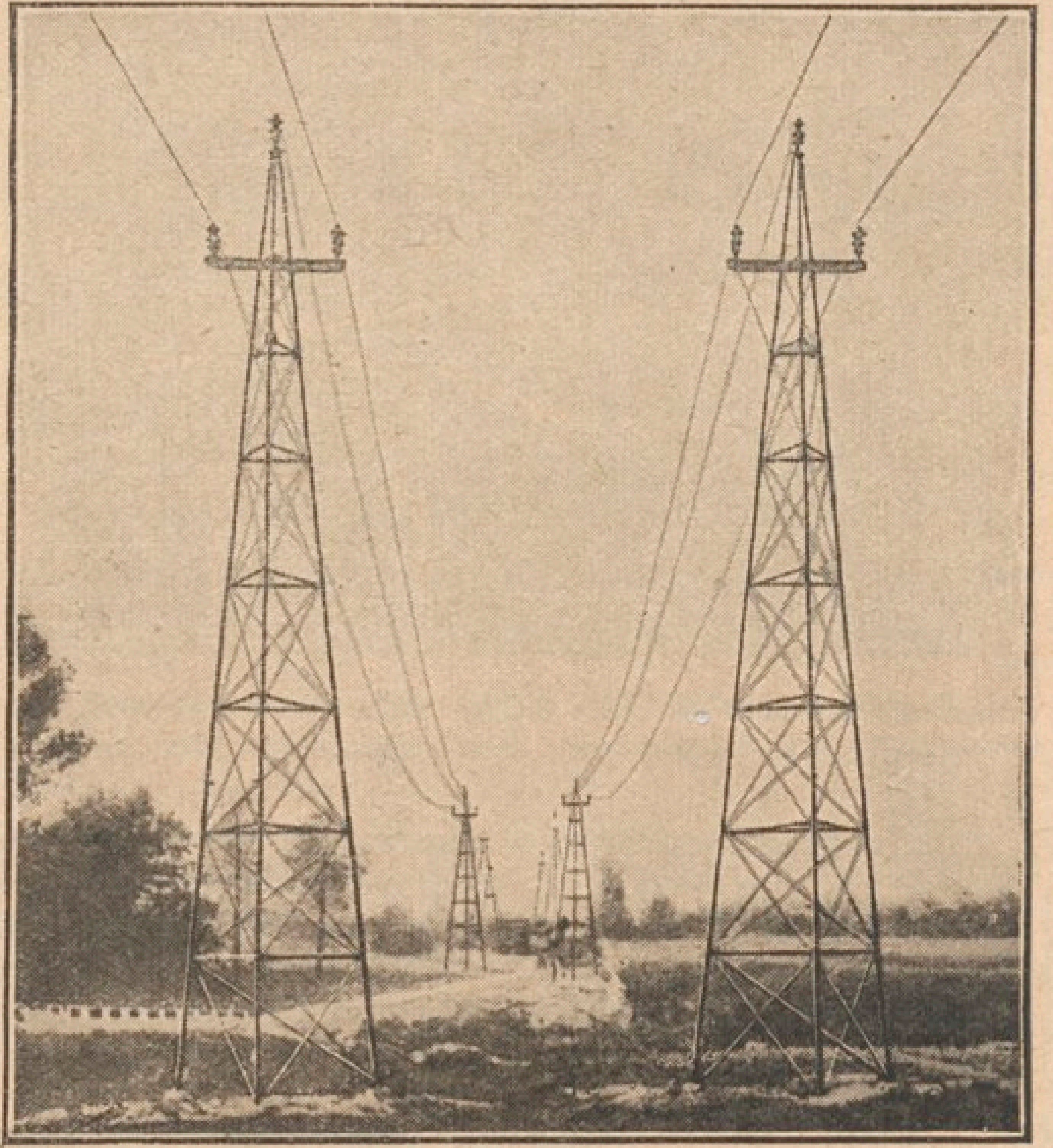
dant aux générateurs ; ils sont actionnés électriquement par des servo-moteurs commandés à distance de la chambre de contrôle, dont nous parlerons plus loin.

Les transformateurs, au nombre de dix-huit, ont une capacité de 3.000 kilowatts chacun ; ils élèvent la tension de 12.000 à 60.000 volts, sont isolés par de l'huile et refroidis par une circulation d'eau. Ils sont groupés par trois, chaque groupe étant séparé des groupes voisins par une cloison ignifuge. Chaque transformateur est renfermé dans un récipient en acier capable de résister à une pression intérieure considérable. Ces appareils peuvent aisément supporter une surcharge de vingt-cinq pour cent.

La chambre de contrôle, ou poste central, comme nous l'appelons en France, est une salle spacieuse, située au centre de la station et à la partie la plus élevée, là où, par conséquent, le bruit des machines est le plus diminué. Elle abrite les pupitres de départ et leurs multiples appareils de commande et de contrôle, ainsi que le central téléphonique. Elle est reliée aux autres salles qui renferment les interrupteurs principaux, transformateurs, barres de départ, etc... par des portes incombustibles. A l'étage au-dessous se trouvent tous les instruments enregistreurs, pour mesurer le débit de la station ; à un autre étage inférieur sont installés les relais des disjoncteurs automatiques, les fusibles et les tableaux de départ.

La protection contre la foudre est réalisée sur les lignes à 60.000 volts, par des parafoudres électrolytiques installés en dehors de la station, des bobines d'absorption, montées entre les transformateurs et les barres de départ et aussi des éclateurs à cornes. Des dispositifs similaires sont employés sur les lignes à 12.000 volts, mais ils sont montés à l'intérieur de la station dans un compartiment spécial très soigneusement isolé.

Les lignes américaines de transport de force à 60.000 volts sont constituées par des conducteurs en aluminium, d'un peu plus de treize dixièmes de millimètres de diamètre.



PYLONES EN ACIER SUPPORTANT LES LIGNES DE TRANSPORT DE FORCE A 60.000 VOLTS

Ces lignes sont constituées par des conducteurs en aluminium de treize dixièmes de millimètre de diamètre.

Les lignes à 12.000 et 30.000 volts de la distribution locale canadienne couvrent à l'heure actuelle 300 kilomètres de circuits triphasés. La Niagara Lockport and Ontario Power Company, qui distribue aux Etats-Unis le courant de l'Ontario Power Company, possède un réseau dont la longueur actuelle excède 1.310 kilomètres. D'autres compagnies concessionnaires alimentent, avec l'énergie dérivée des chutes, plusieurs milliers d'autres kilomètres de fil de lignes.

Pour conclure, on peut dire que, sans trop nuire à la splendeur des fameuses cataractes, l'utilisation progressive de l'immense somme d'énergie qu'entretiennent les chutes du Niagara, diminue singulièrement, dans un vaste et extensible rayon, l'importance des problèmes qui se posent dans tant de régions infiniment moins privilégiées.

N'est-on pas, dans ces conditions, en droit de regretter que l'utilisation tardive des immenses ressources mises par l'électricité à notre disposition, nous ait si longtemps détournés de la houille blanche, inépuisable et tellement plus commode à exploiter que la houille noire ?

RENÉ BROCARD.

UN CHAUFFAGE ÉCONOMIQUE AVEC DE LA TERRE DE BRUYÈRE

Par Raymond BERLAND

Pour passer l'hiver sans risques, il est indispensable d'avoir chaud.

Ceci n'est pas un problème aisé à résoudre, car le combustible est difficile à trouver. Même lorsque nos mines du Nord et du Pas-de-Calais auront repris le cours de leur exploitation normale, nous n'avons pas l'espoir de pouvoir en tirer la quantité de charbon nécessaire à notre consommation.

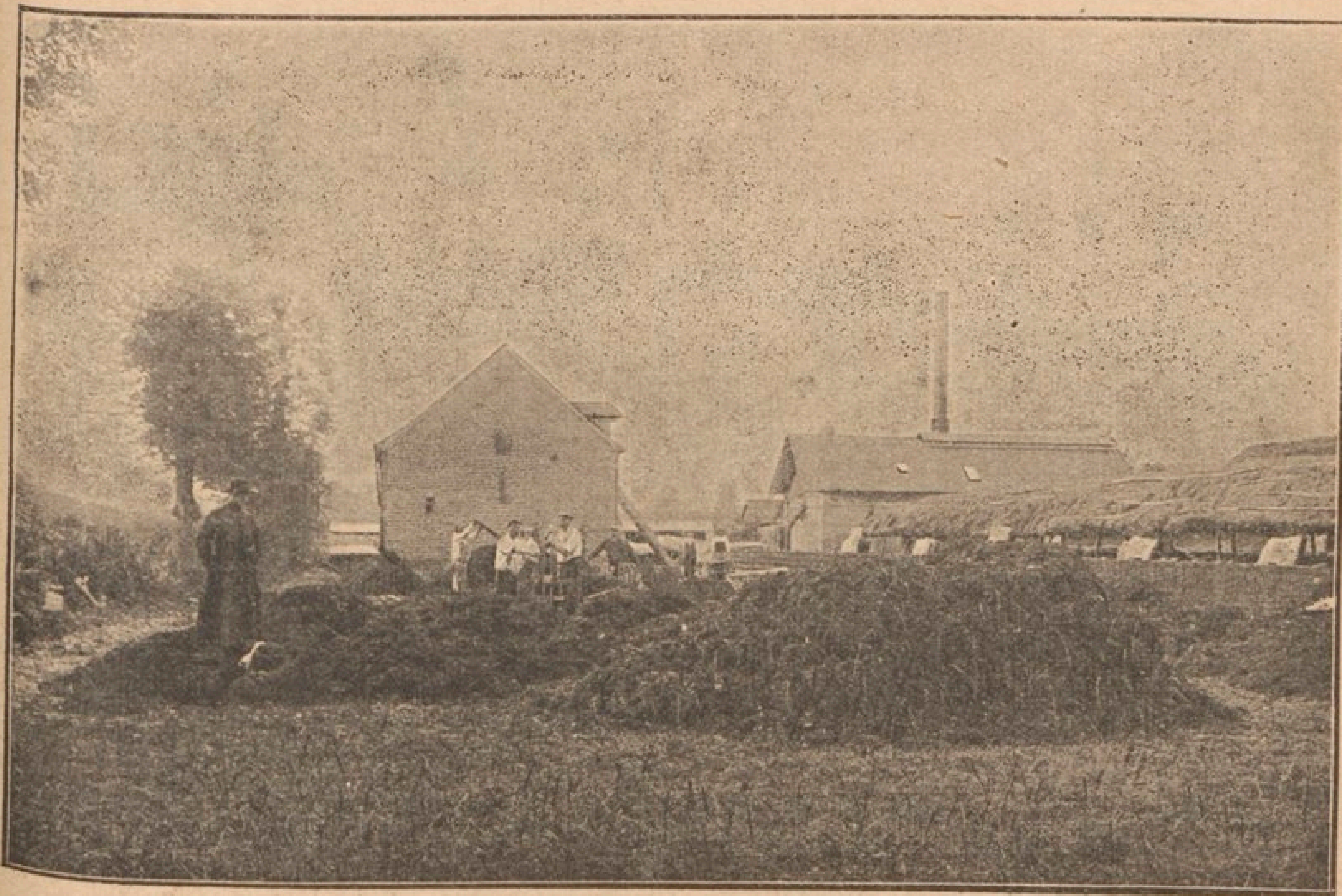
La houille est rare actuellement, un peu à cause des grèves qui se sont par trop prolongées. De ce fait, la production a perdu près de deux millions de tonnes. Ce n'est pas, certes, en ne travaillant que sept heures (loi du 24 juin 1919), que ce déficit sera rattrapé.

Pour les cinq premiers mois de 1919, la production houillère de la France a été de 9.455.000 tonnes contre 11.920.000 tonnes pour la même période de l'année 1918.

Ce n'est pas grâce à l'aide des mines anglaises que la situation sera améliorée. Il y a actuellement en Angleterre le même nombre de mineurs qu'en 1913, environ 1.111.000 ; or, si nous nous basons sur la production des premiers mois de l'année 1919, nous n'arriverions qu'à un rendement de 230 millions de tonnes contre 287 millions en 1913. La consommation anglaise étant, d'après les prévisions, de 199 millions de tonnes, l'exportation ne pourra pas dépasser 30 millions de tonnes si l'on n'avait pas encore à prévoir une nouvelle baisse de la production houillère dans la Grande-Bretagne.

D'autre part, nous remarquons que la production étant réduite d'un cinquième, la hausse correspondante doit être de 25 %. En plus, les relèvements des salaires ont presque triplé les frais d'avant guerre.

Il en résulte que le charbon sur le carreau de mine français, qui coûtait en 1913, environ



La terre de bruyère arrive au chantier où elle est triée sommairement avant d'être mise en briquettes.

17 francs la tonne, vaut actuellement de 45 à 50 francs, d'où une hausse nouvelle de près de 20 francs à prévoir encore.

Des combustibles médiocres tels que le lignite, la tourbe et même la terre de bruyère (qui serait un appoint précieux), n'en deviennent pas moins intéressants et rémunérateurs à exploiter actuellement, du fait de la situation alarmante de la production houillère, que nous ne pouvions pas passer sous silence dans ce bref article.

Dans un précédent numéro de *La Science et la Vie*, nous avons recommandé l'emploi de la tourbe et du lignite, qui apporteraient un gros appoint pour solutionner la crise du charbon. D'autre part, on a cherché à utiliser les poussiers, sciures et déchets en les agglomérant pour faciliter leur consommation et augmenter leur pouvoir calorifique.

Dans cet ordre d'idées, nous croyons devoir signaler l'intéressante initiative de l'abbé Delacotte, qui a permis de fabriquer des briquettes combustibles avec une matière extrêmement répandue en France et en grande partie inutilisée : la terre de bruyère.

On trouve cette matière première à peu près dans toutes nos forêts. Il ne faut pas, pour la découvrir, se baser sur la végétation actuelle des bruyères, car cet humus particulier provient d'une décomposition des bruyères géantes des époques très lointaines.

Sa formation peut se comparer à celle de la houille, avec cette différence que les fougères arborescentes se sont décomposées sur le lieu même de leur croissance et de leur mort, c'est-à-dire à la surface du sol.

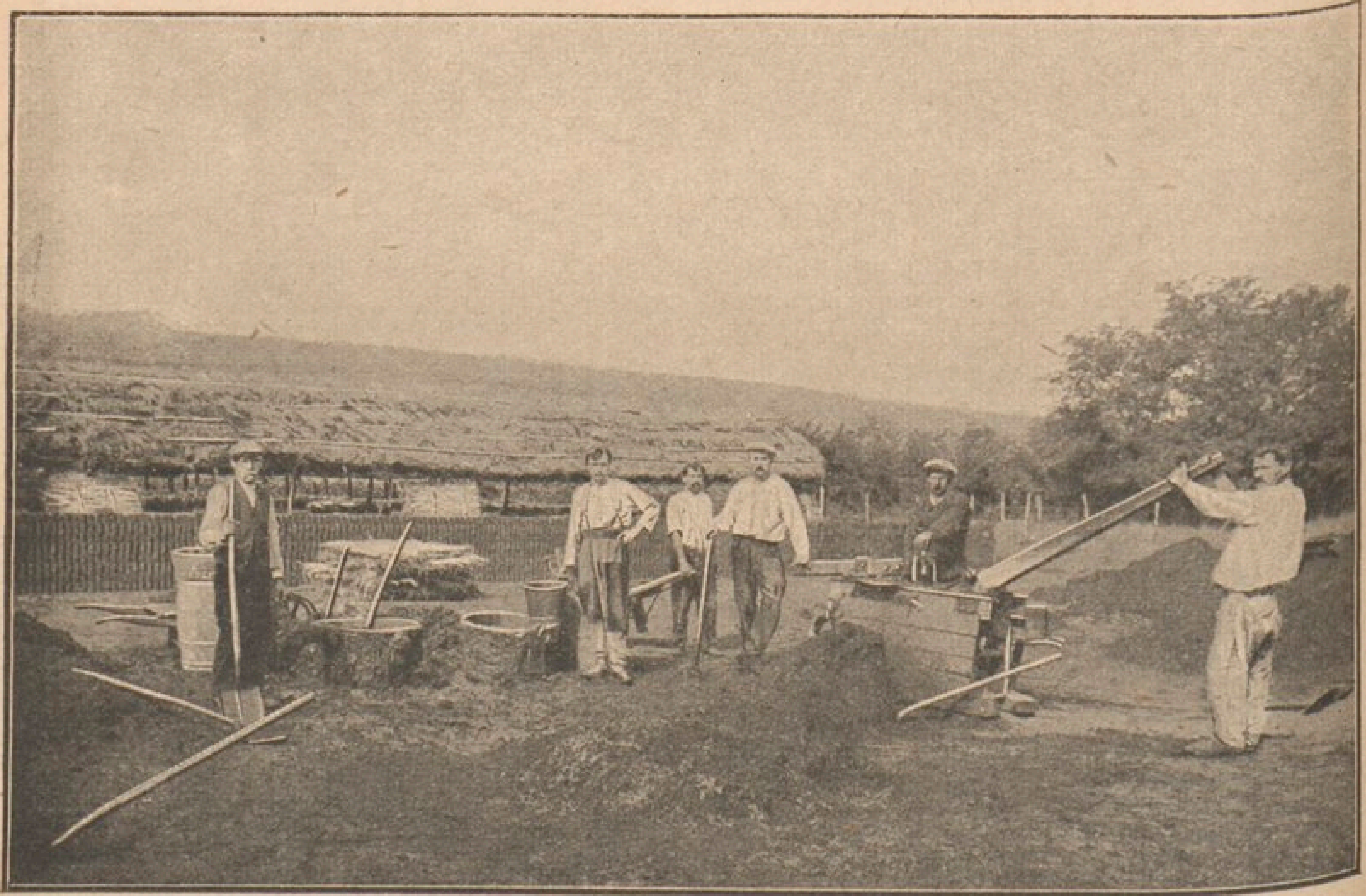
La terre de bruyère existe surtout sous les sapins ; cela s'explique parce que les racines pivotantes de cet arbre vont chercher leur nourriture à des profondeurs assez grandes, sans utiliser la couche superficielle.

Par contre, les taillis, se nourrissant plus particulièrement à la surface, font promptement disparaître la couche d'humus.

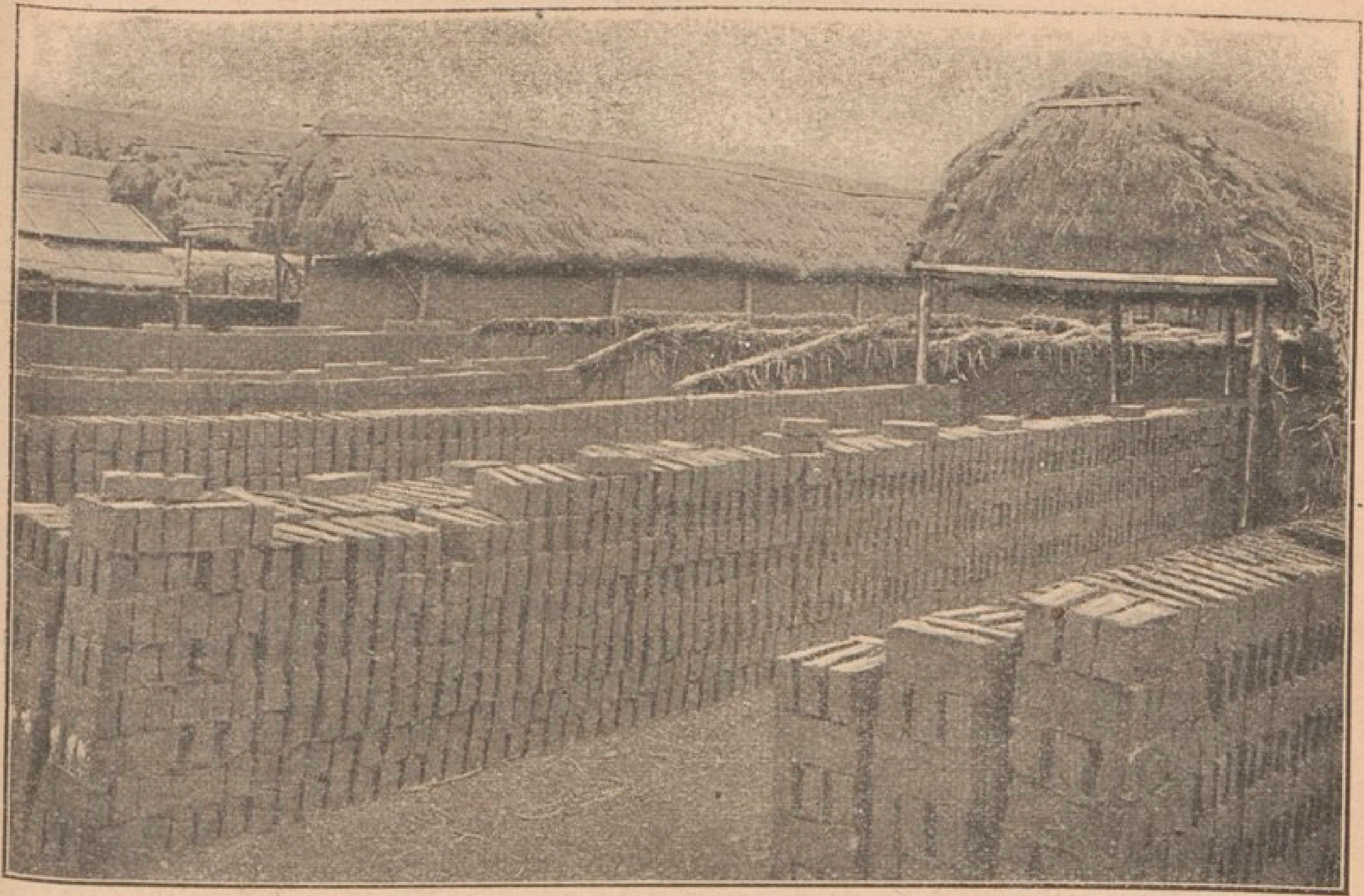
Cette couche est variable, mais, dans certains endroits, l'Allier, par exemple, elle atteint jusqu'à plusieurs mètres d'épaisseur. Elle remplit parfois entièrement des replis de terrain ou se trouve en degrés superposés.

La bruyère elle-même est brûlée, comme l'ajonc et le genêt, dans certains pays de Bretagne et de Basse-Normandie, mais la terre de bruyère n'était guère utilisée, jusqu'ici, qu'en horticulture. Cet emploi est moins intéressant que celui qu'a découvert l'abbé Delacotte, inventeur de la briquette, qu'il a baptisée « bernayenne », du nom de la ville où il a procédé aux premiers essais officiels, c'est-à-dire à Bernay (Eure).

Une installation fonctionne à Brionne,



La terre de bruyère est mise en briquettes au moyen d'une presse à briques d'un modèle courant, actionnée à bras. Ces briquettes brûlent avec une flamme très vive et sans dégager de fumée.



Le séchage des briquettes de terre de bruyère, disposées sur trois rangs superposés, se fait à l'air. Quand elles sont à peu près sèches, on les recouvre de roseaux.

dans l'arrondissement de Bernay, alimentée par les terres abondantes du mont Mal.

Après divers essais, on est arrivé à mélanger intimement la matière première avec un agglomérant et, avec des presses à main employées pour les briques, à fabriquer des briquettes brevetées pesant environ 1 kilo.

Ces briquettes, empilées, sont séchées sous des hangars avant d'être livrées à la consommation domestique. Dans les foyers industriels, les résultats sont moins intéressants. Il faut les mettre à l'abri de la pluie, car, mouillées, elles ne seraient plus combustibles.

Elles sont de consistance ferme et se transportent aisément sans qu'il soit à craindre qu'elles se désagrègent. Elles comportent deux divisions destinées à faciliter leur séparation en trois morceaux pour les petits foyers.

Propres, brûlant avec une flamme très vive et sans émettre de fumée, elles constituent un combustible apprécié et de vente assurée. Leur pouvoir calorifique varie de 3.500 à 4.000 calories, suivant leur siccité, c'est-à-dire qu'elles chauffent plus que le bois, ce qui est très appréciable.

Il y a un autre avantage à les employer sèches, c'est de supprimer l'odeur bitumineuse qu'elles dégagent humides.

Elles durent de trois à six heures au feu et laissent après combustion une assez grande quantité de cendres. Mais celles-ci renferment, en grandes quantités, des alcalis minéraux qui en font un excellent engrais.

On a donc beaucoup à gagner en transformant la terre de bruyère en combustible, d'autant plus que son enlèvement ne peut, en aucune façon, faire tort aux arbres qui vivent au-dessus. Au contraire, l'enlèvement de la terre de bruyère supprimera les chances de propagation d'incendies de forêts.

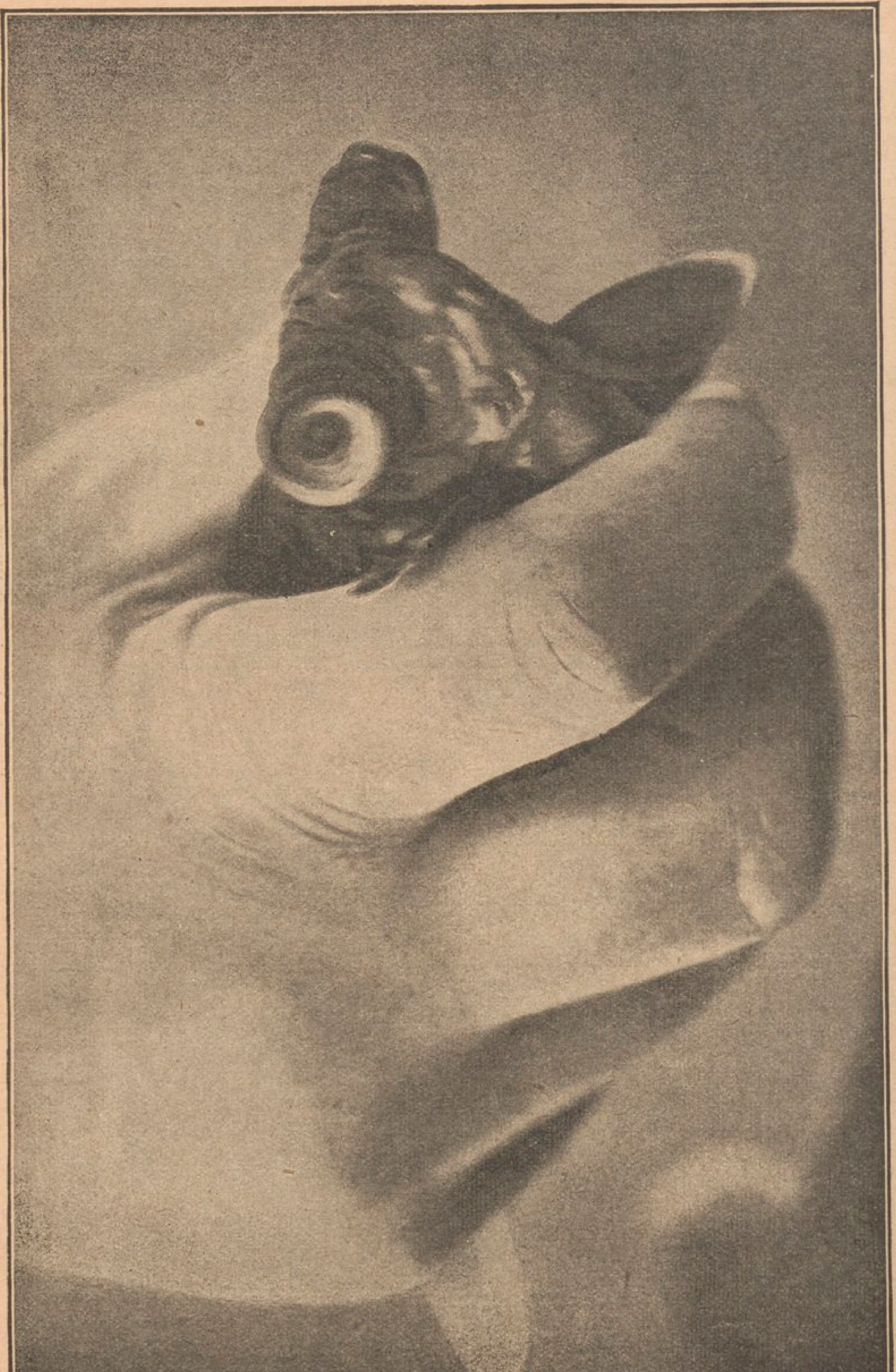
Le matériel nécessaire pour la fabrication des briquettes est minime,et le prix de revient n'étant pas élevé, car il y a peu de main-d'œuvre, tout le monde peut faire un essai.

Une variété spéciale, la bruyère employée à la fabrication des balais, dont la racine est très grosse, peut, en outre, fournir un charbon ayant les avantages du charbon de forge.

Il serait à souhaiter que l'installation de Brionne fît école et qu'on tirât davantage parti d'une matière qui peut rendre des services en ce temps de disette de charbon.

Cela permettrait d'économiser le bois, dont on fait si grande consommation au détriment de nos forêts, le pétrole que nous devons importer, le gaz dont la production nécessite une grosse dépense de houille.

R. Berland.



LES YEUX DES POISSONS TÉLESCOPES, ÉNORMES ET PROÉMINENTS, PARAISSENT ÊTRE COMME DÉTACHÉS DE LA TÊTE

LES CHINOIS NE SONT PAS LES SEULS A " FABRIQUER " DES POISSONS

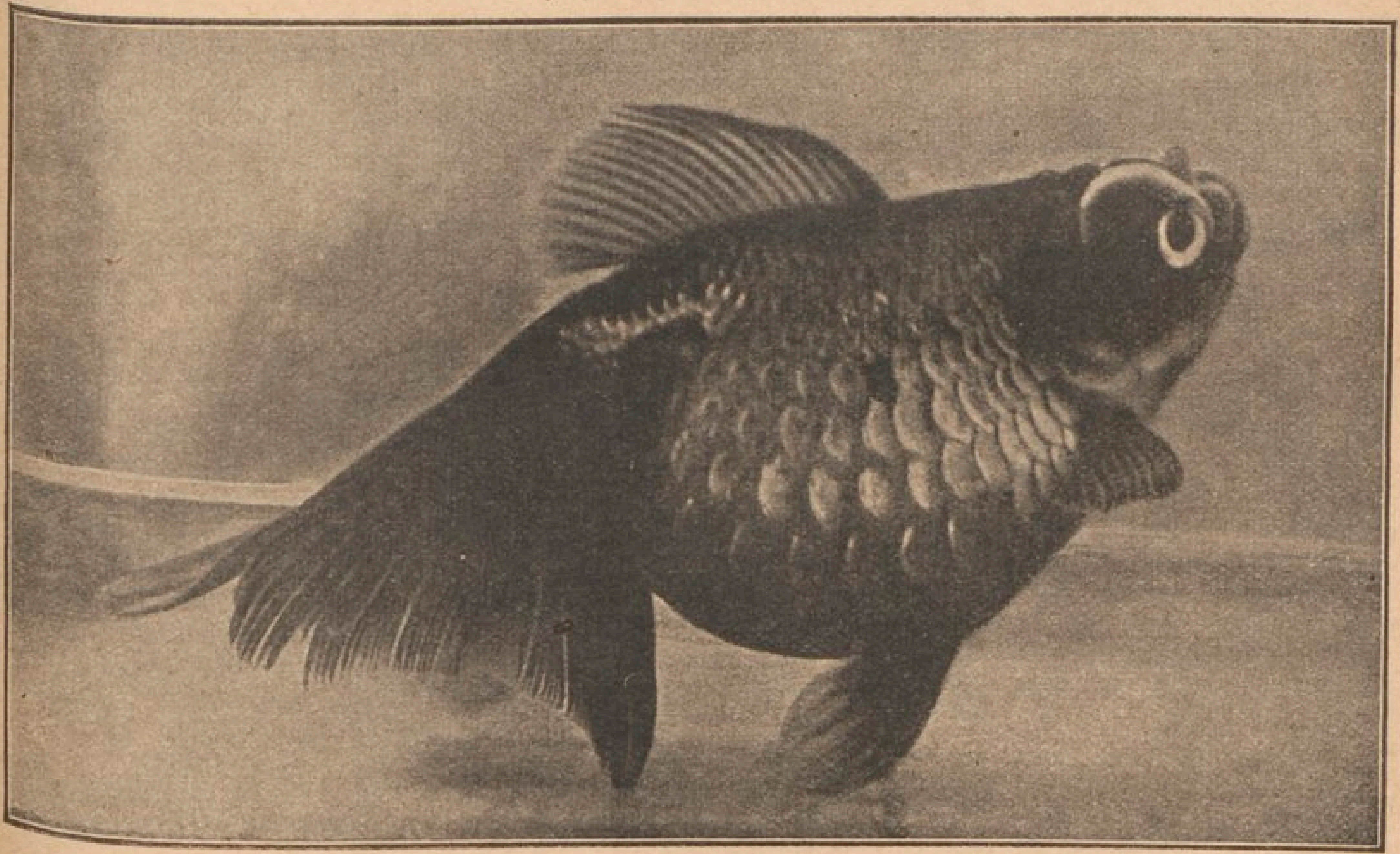
Par Godefroy DUFRESNE

Tous ceux qui ont lu Victor Hugo se souviennent assurément de ce chapitre étonnant de l'*Homme qui Rit*, où le génial écrivain raconte comment les bohémiens s'y prennent pour façonner des monstres humains. Or, il y a des centaines d'années que les Chinois, ces éternels précurseurs, se sont attachés à créer des êtres bizarres, aux formes étranges, et, notamment, des poissons extraordinaires, aux couleurs éclatantes, pourvus de nageoires et de queues au développement déconcertant, et qui sont tous sortis du modeste cyprin de nos bassins et de nos petits aquariums domestiques, du simple poisson rouge que nous nous plaisons à regarder et à nourrir.

On pourrait croire que cette curieuse fabrication de petits monstres aquatiques est demeurée spéciale aux Chinois. Or, il n'en est rien. Quelques amateurs, se doublant de chercheurs obstinés, ont voulu reproduire et élever ces fameux poissons du Céleste-Empire, et ils y sont très heureusement parvenus. Nous citerons, au premier rang, le Dr Gratiot, déjà connu pour ses remarquables travaux, couronnés des plus heureux résultats, sur les orchidées et la pomme de terre. S'étant procuré, il y a quelques années, une demi-douzaine de poissons chinois, il est arrivé à les multiplier, et, les sélectionnant avec la plus grande rigueur, sacrifiant sans pitié les éléments douteux, à obtenir des types d'une rare beauté, — si l'on peut se servir de ce mot pour qualifier de semblables déformations.

C'est dans ses serres de la Ferté-sous-Jouarre, où il pratique ce singulier élevage, qu'il a bien voulu nous montrer les monstres qui lui doivent le jour, en même temps qu'il nous rappelait comment s'y prennent les Chinois pour obtenir ces poissons et quelles sont les qualités qu'ils exigent d'eux pour les déclarer parfaits, puisqu'il peut y avoir une perfection dans la monstruosité.

Non satisfaits par la simple couleur du cyprin, qui peut être rouge cerise, jaune d'or, noir blanc ou tacheté, les Chinois sont parvenus à lui donner des formes étranges en



VARIÉTÉ DE POISSON TÉLESCOPE DIT « ŒUF-DE-CANE », OBTENU PAR LE Dr GRATIOT

modifiant certains de ses organes pour le rendre plus beau à leurs yeux, et, en tout cas, pour en faire un poisson d'ornement plus chatoyant dans un aquarium ou dans une vasque qu'un simple poisson rouge.

Les organes ainsi déformés sont avant tout les nageoires. Allongées démesurément, elles forment une traîne qui suit le poisson, transparente comme un véritable voile, mais, en même temps qu'ils allongeaient les nageoires, les Chinois arrivaient à les doubler, à les tripler, à changer leur axe de direction. Au lieu d'être dans le prolongement du corps, elles forment avec celui-ci un angle plus ou moins droit. Le poisson possédant de telles nageoires ressemble à un « poisson-jupon », rappelant le cheval-jupon des enfants.

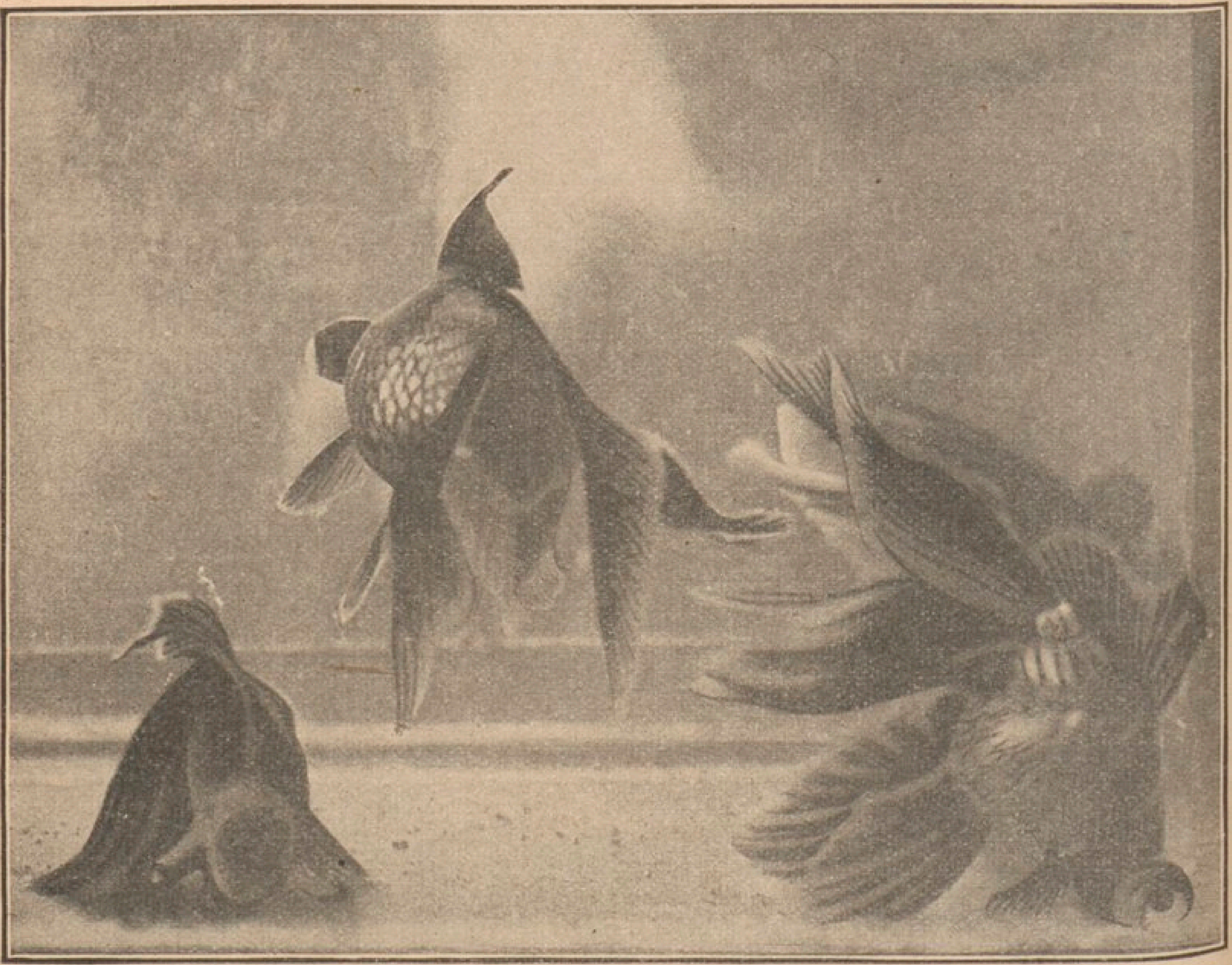
Le corps a été rendu globuleux, presque rond comme un œuf. Quant aux yeux, ils sont exorbités, énormes, proéminents, et comme reliés à la tête par un pédoncule.

Un poisson qui possède toutes ces caractéristiques, grandes nageoires bien doublées, gros corps en forme d'œuf, gros yeux bien exorbités, est l'idéal au point de vue de la déformation, mais il est très rare, étant données les nombreuses difficultés que présente l'élevage d'un tel sujet. C'est ce qu'on appelle un *télescope queue de voile*. En nous montrant un de ces monstres, qui est la perle de sa collection, et qu'il a élevé avec une patience toute chinoise — c'est le cas de le dire — M. Gratiot nous faisait remarquer la singulière locomotion de cet animal, si magnifiquement difforme, et qui, gêné dans sa nage par sa constitution, ne peut avancer qu'à l'aide de contorsions presque comiques.

On ne réussit pas toujours aussi bien. Quand le sujet traité n'offre qu'une ou deux des caractéristiques propres au *télescope queue de voile*, ce n'est plus qu'un *queue de voile simple*, auquel manquent les gros yeux, qui sont l'apanage du poisson parfait. N'a-t-il qu'un gros corps, de très gros yeux et des nageoires doubles, mais pas très longues, nous avons le *queue de voile ordinaire*.

Le *poisson œuf* n'aura qu'un corps rond avec ventre proéminent gonflé à l'excès. Il aura les yeux normaux et des voiles peu étendus. Enfin le *queue de comète* est un poisson ordinaire, dont la queue n'a qu'un lobe, mais très long, très finement dentelée et qui ne manque pas d'élégance.

Ces poissons constituent-ils des variétés bien définies et fixées ? Evidemment non. On en voit la preuve convaincante dans



C'EST LA DIFFORMITÉ QUI DONNE LEUR VALEUR AUX TÉLESCOPES QUEUE DE VOILE

ce fait que si deux *télescopes queue de voile* parfaits reproduisent entre eux, leurs alevins ne posséderont pas tous les mêmes difformités.

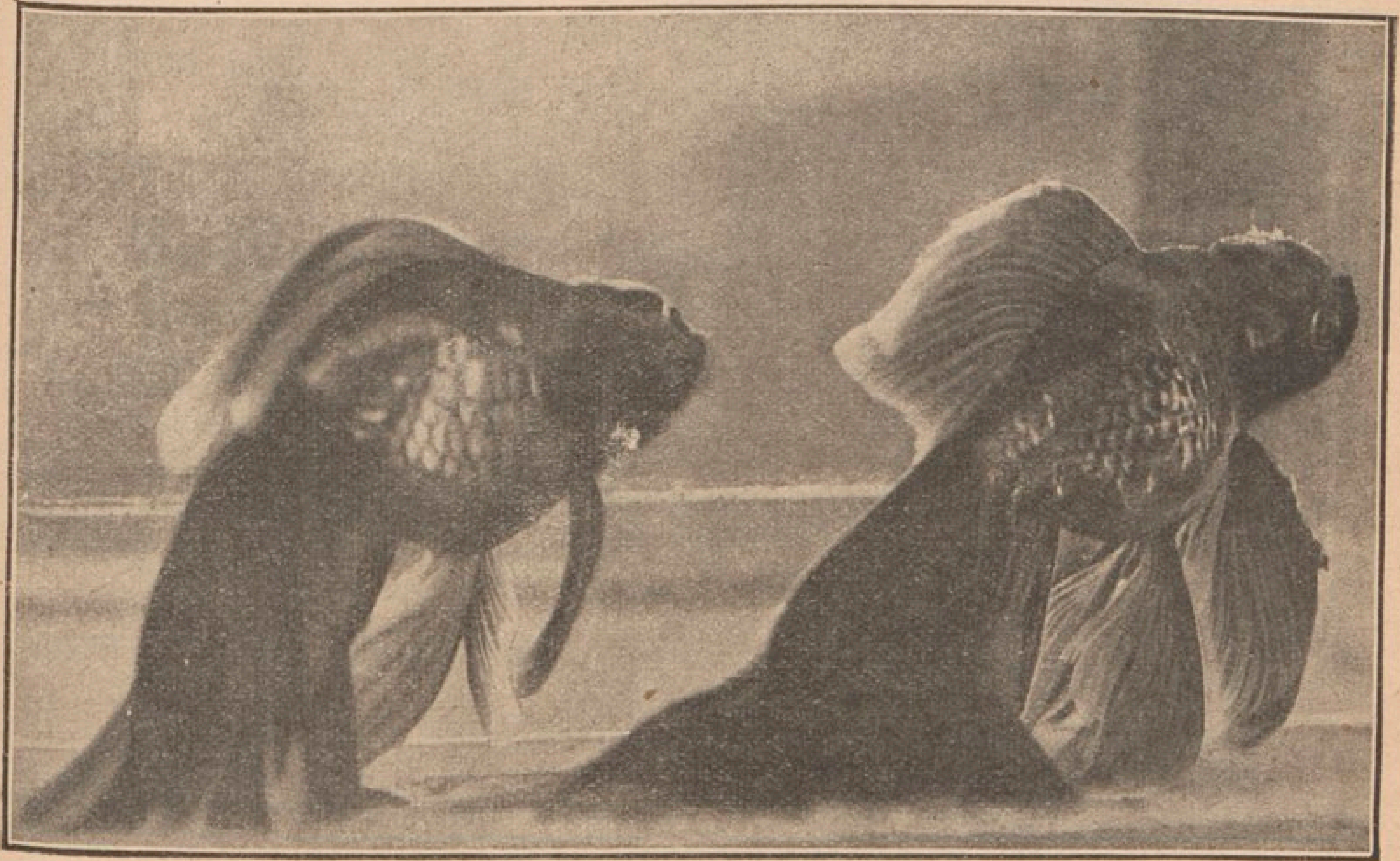
Les uns ressembleront à père et mère (très peu) ; ce seront les plus difficiles à élever. D'autres n'auront que telle ou telle déformation et rentreront dans une des catégories ou variétés ci-dessus mentionnées. Les autres, enfin, auront fait complètement retour en arrière et seront de vulgaires poissons rouges, des cyprins ordinaires.

Dans une série d'alevins provenant de deux poissons parfaitement déformés à tous points de vue, on retrouvera donc tous les intermédiaires entre le poisson télescope queue de voile et le cyprin du bocal.

Il est certain, cependant, qu'en croisant deux télescopes simples, par exemple, on aura bien peu d'alevins télescopes simples. On obtient toujours beaucoup plus d'alevins ressemblant aux parents, en faisant judicieusement le choix des reproducteurs.

Ceci fait présumer de la difficulté de l'élevage de tels poissons. En effet, si l'on prend des alevins provenant de deux très beaux télescopes queue de voile, et si l'on en a, supposons-le, dix parfaits et dix redevenus de simples poissons rouges, ces dix derniers, plus forts et nageant infiniment mieux, vont, dès les premiers jours, prendre toute la nourriture, et, au bout de peu de temps, ils seront le double des autres, qui souffrent, ne pouvant attraper la nourriture que les poissons non déformés viennent leur enlever sous le nez. Si bien que si l'on ne prend pas le soin de les séparer, les futurs beaux poissons finiront tous par mourir d'inanition.

Peupler un bassin en vue de la reproduction, même dans des conditions idéales de chaleur et de nourriture telles que les habitants soient en état de se reproduire, ce serait le peupler de poissons rouges ordinaires, car, à la troisième ou quatrième génération, il n'y aurait plus que de ces derniers : les autres étant morts de faim. Ce n'est donc qu'au prix d'une sélection savante et constante que l'on arrive à obtenir des poissons déformés. Dès la naissance des alevins, il faut les trier, les séparer, les mettre par catégories, faire de la sélection à l'envers, et, malgré ces soins, beaucoup de sujets déformés mourront, étant plus délicats, plus sensibles aux maladies que les autres.



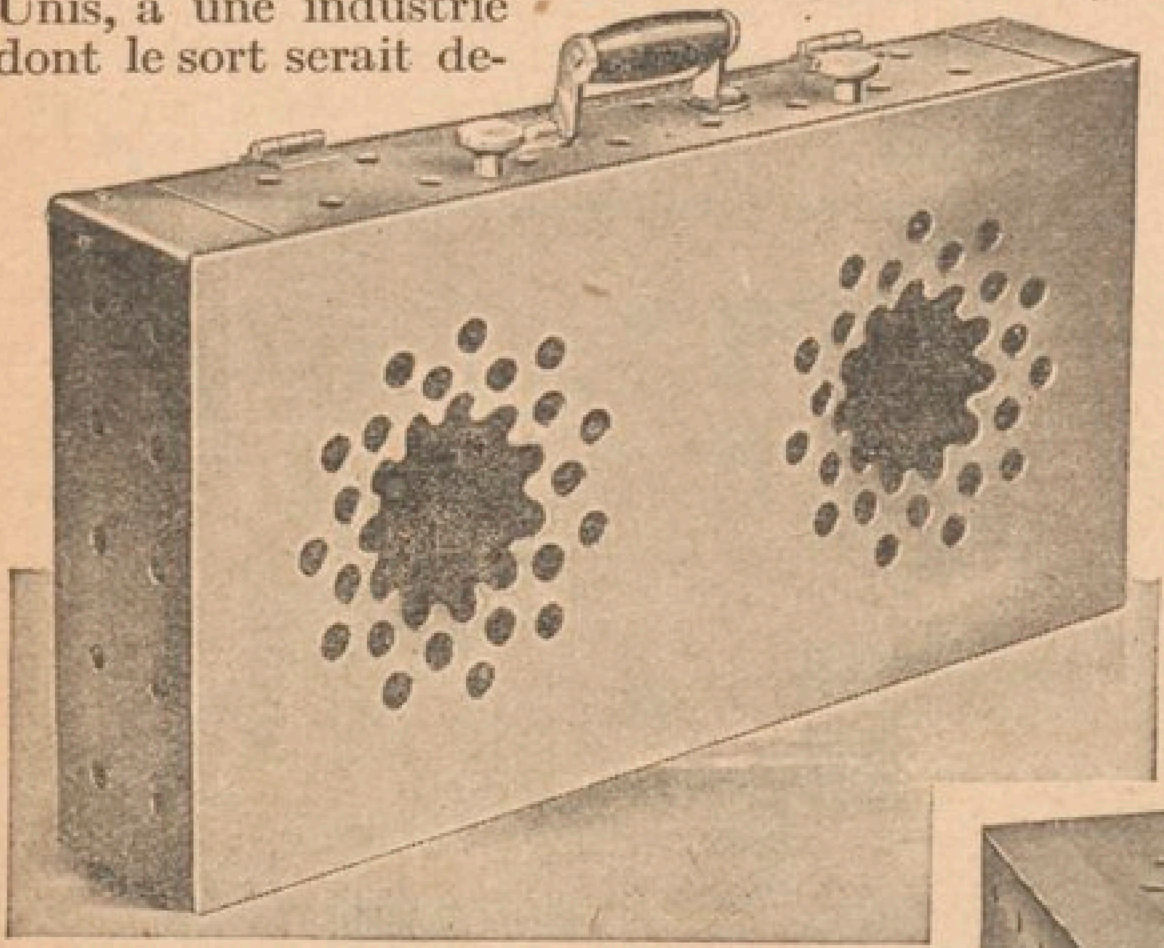
QUEUES DE VOILE SIMPLES SE REPOSANT SUR LEUR NAGEOIRE CAUDALE

Tous ces poissons naissent gris. Ce n'est qu'au bout de la deuxième année, et même plus, qu'ils prennent leur couleur. Celle-ci est celle du cyprin, c'est-à-dire tantôt rouge jaune dorée, blanche ou tachetée : la nourriture, l'eau et le récipient d'élevage influant d'ailleurs beaucoup sur la couleur.

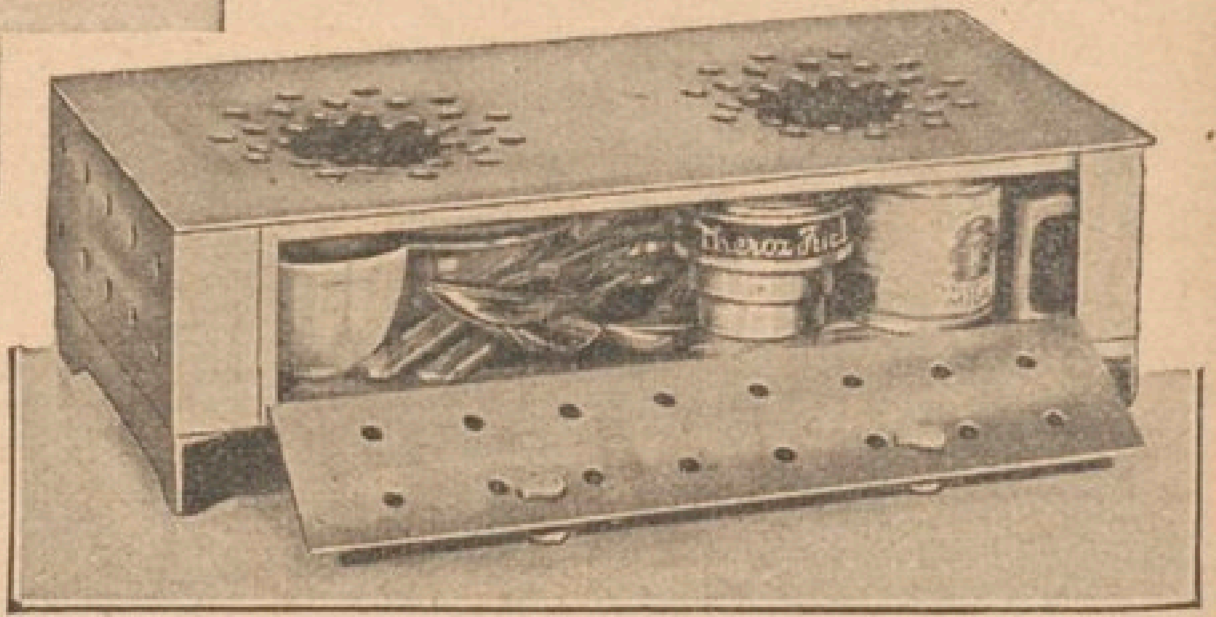
Très nombreux et très beaux — dans leur genre de beauté, — sont, aujourd'hui, les poissons de M. Gratiot, ainsi qu'on en peut juger par les quelques photographies accompagnant cet article. Leur « fabricant », si l'on peut s'exprimer ainsi, ne désespère pas, d'ailleurs, d'en obtenir de plus curieux encore, de tels monstres multicolores que les Chinois eux-mêmes demeureraient déconcertés en les voyant. G. DUFRESNE.

NOUVEAUX POÊLES A ALCOOL SOLIDIFIÉ

L'USAGE intensif des réchauds à alcool solidifié de toutes catégories qui s'est fait pendant la guerre, a donné naissance, surtout en Angleterre et aux Etats-Unis, à une industrie dont le sort serait de-



CE RÉCHAUD EST PARTICULIÈREMENT



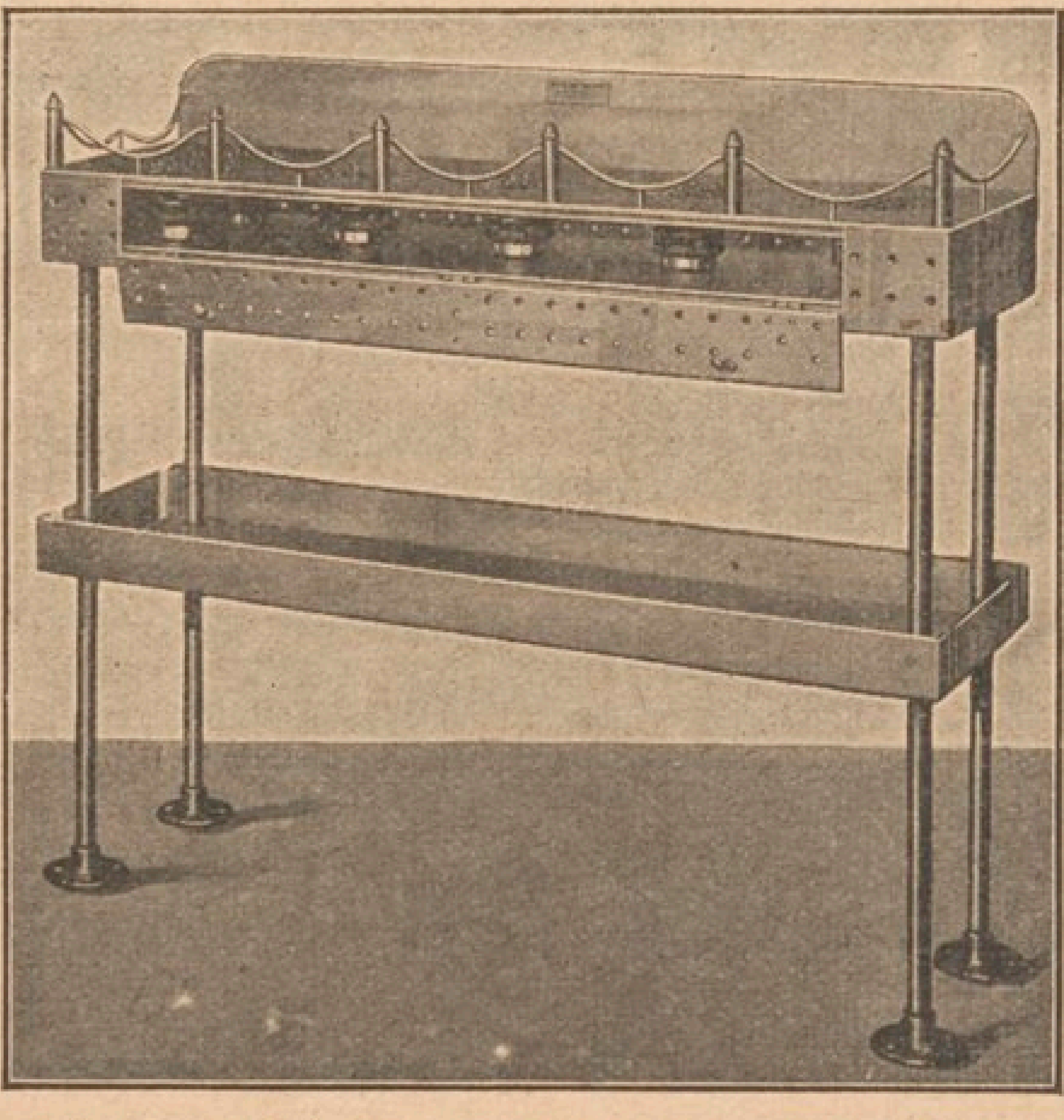
ADAPTÉ AUX DÉPLACEMENTS DES TOURISTES

venu très précaire si elle ne s'était empressée, au lendemain de l'armistice, de tourner son activité vers des besoins qui ne fussent pas uniquement militaires. Elle s'emploie, maintenant, en effet, à doter l'arsenal ménager d'appareils tant de secours, quand charbon, gaz ou pétrole font défaut, que de pique-nique et de *camping*.

M. I. Popper, de New-York, l'un de ceux qui ont le plus travaillé cette question, vient, notamment, de réaliser deux nouveaux appareils à alcool solidifié, qui paraissent appelés à un avenir intéressant. Ce sont, d'une part, un poêle portatif, de forme particulièrement adaptée aux déplacements et besoins des touristes, et, d'autre part, un autre poêle plus spécialement conçu pour être installé dans la cuisine, très exiguë, comme on le sait, des petits bateaux de plaisance.

Le premier se présente sous la forme conventionnelle d'une valise plate à poignée ; il est en tôle d'acier et est pourvu d'un couvercle à charnières qui démasque, en s'ouvrant, les deux brûleurs. Deux petites plaques, montées également à charnières, permettent, quand on les rabat, de surélever d'environ deux centimètres et demi le poêle après qu'on l'a posé à plat. L'alcool solidifié est renfermé dans des boîtes métalliques ouvertes à leur partie supérieure ; on en place une sous chaque trou de la plaque de support des ustensiles de cuisine.

Le second appareil est entièrement fabriqué en aluminium. Il ne diffère du premier que par les dispositifs spéciaux qu'il a fallu prévoir pour tenir compte des mouvements de roulis et de tangage du navire. C'est ainsi que les boîtes d'alcool solidifié s'encastrent dans des trous appropriés, ménagés dans le fond du poêle et qu'une chaînette, reliant des montants répartis tout autour de la plaque de soutien, empêche que poêles et casseroles ne se livrent à une farandole qui les conduirait sans doute, en fin de compte, contenant et contenu à choir sur le plancher de la cuisine.



RÉCHAUD SPÉCIAL POUR BATEAU DE PLAISANCE

Une plaque à rebords, logée entre les quatre pieds, reçoit plats, assiettes, tasses, etc.. Chaque brûleur peut-être réglé au moyen d'un disque qui, lorsqu'il obture complètement la boite, réalise l'extinction.

LES A-COTÉ DE LA SCIENCE

INVENTIONS, DÉCOUVERTES ET CURIOSITÉS

Par V. RUBOR

Pour prolonger la vie des plumes et réduire le nombre des trempages

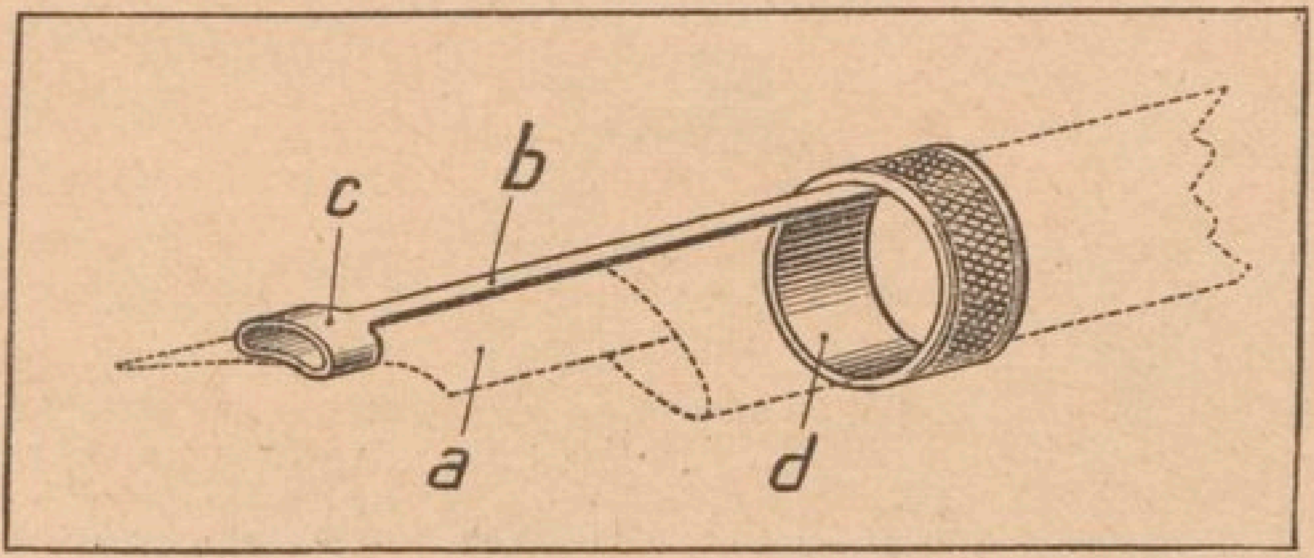
Lorsqu'une plume métallique a été employée pendant un certain temps, son bec perd de son élasticité et les deux pointes qui le forment s'écartent l'une de l'autre, rendant la plume inutilisable.

On a déjà proposé, pour prolonger la vie des plumes, de les munir d'un œil ou anneau dans lequel s'engagent les pointes du bec de manière à empêcher leur écartement. L'objet de l'invention que nous allons décrire est d'augmenter l'efficacité d'un dispositif de ce genre.

Dans la construction représentée sur la figure du bas, *a* est une plume fixée de la manière habituelle entre la partie *b* et le canon *c*. Une bague fendue *e*, comportant une tige *f*, peut coulisser à frottement doux le long du porte-plume. La tige *f* traverse la fente habituelle et se prolonge par une bande *h* que termine un anneau aplati *i*.

Lorsqu'une plume neuve est mise en place, on ajuste la position de l'anneau *i* en déplaçant la bague *e* le long du canon ; pour permettre les déplacements de la bague, entraînant celui de la tige *f*, une rainure *j* est pratiquée dans le manche *d*. Si la bague *e* n'est pas ensuite accidentellement déplacée, ce qu'on peut vérifier de temps à autre, les pointes de la plume ne peuvent jamais s'écarter. La forme de la bande *h* a été étudiée pour retenir une certaine quantité d'encre entre cette bande et la plume et diminuer, par suite, le nombre des trempages ; c'est là un réel avantage.

L'invention comporte de nombreuses variantes dont plusieurs concernent l'adaptation du dispositif aux porte-plumes à réservoir ; c'est une de ces dernières que représente la figure du haut. Comme il n'y a plus ici à se préoccuper de réaliser une réserve d'encre et qu'on ne saurait, par ailleurs, modifier la construction du porte-plume à réservoir, le dispositif affecte une forme plus simple ; le bec de la plume *a* est inséré dans un anneau *c* relié par la tige *b* à la bague *d* qui peut coulisser le long du porte-plume.

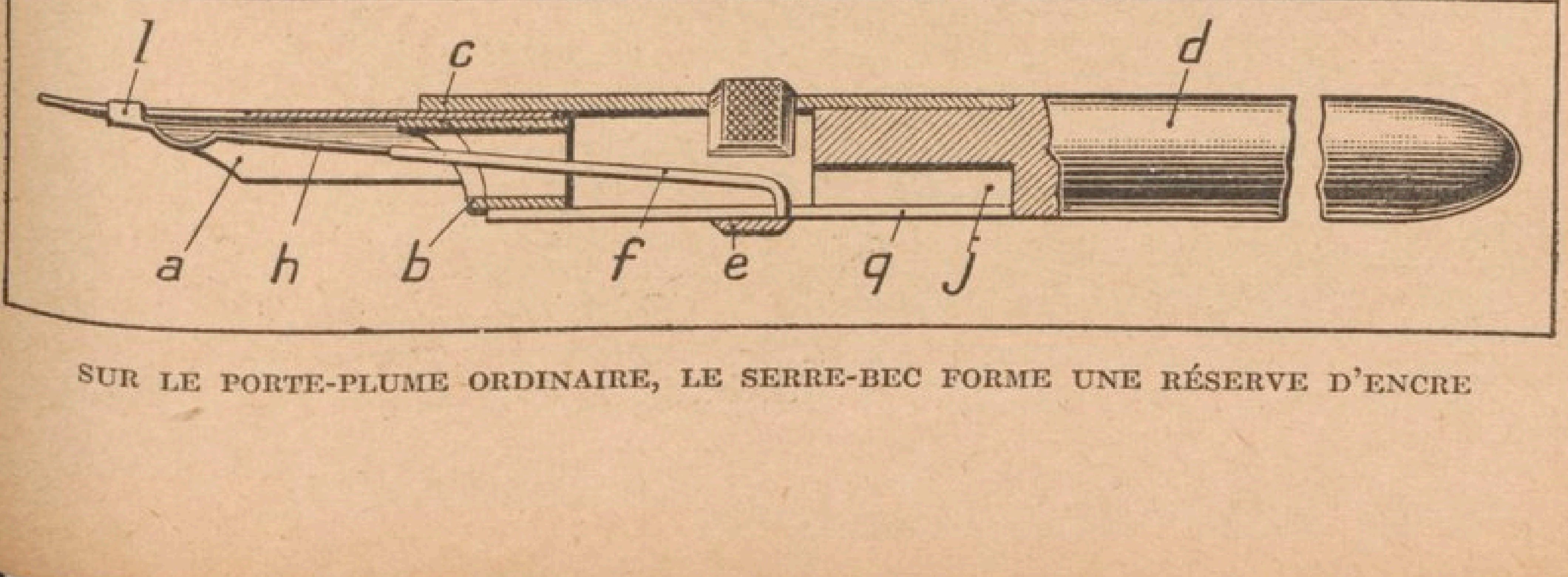


LE DISPOSITIF ADAPTÉ AU PORTE-PLUME RÉSERVOIR

Fausset auto-régulateur

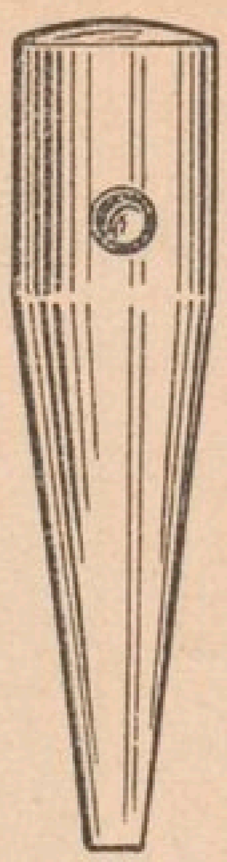
On sait que, pour soutirer du vin ou tout autre liquide d'une pièce en vidange, il faut que l'air puisse prendre la place du liquide que l'on retire, d'où la nécessité de percer un trou au-dessus du tonneau couché pour permettre à l'air de pénétrer à l'intérieur. Ce trou, on le bouche au moyen d'un fausset en bois avant de quitter la cave.

L'inconvénient du fausset ordinaire est que l'on est obligé de l'enlever, puis de le remettre, etc... étant donné que ce n'est,



SUR LE PORTE-PLUME ORDINAIRE, LE SERRE-BEC FORME UNE RÉSERVE D'ENCRE

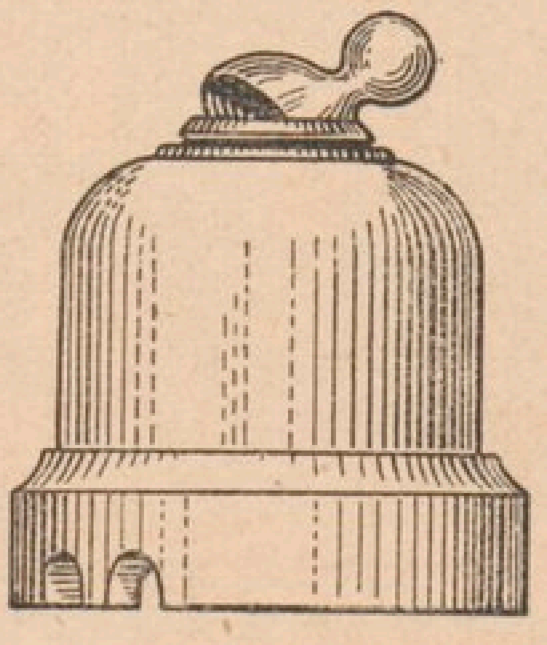
somme toute, qu'un simple bouchon. Tel n'est pas le cas du fausset reproduit ci-contre, en haut de page. Ce fausset est percé, suivant son axe, d'un canal qui aboutit dans une cavité; celle-ci prend jour sur le côté par un petit trou que peut obturer une petite bille métallique. En ouvrant la canelle, la bille démasque le trou et permet à l'air de pénétrer dans le tonneau en quantité toujours égale à celle du liquide prélevé. En fermant, la bille se replace automatiquement devant la petite ouverture. Si la cannelle était tant soit peu mal fermée, la bille témoignerait du fait, car, ne reprenant pas sa place normale, elle n'apparaîtrait point à l'entrée du trou, Ce fausset est donc à la fois pratique et sûr, à condition, bien entendu, qu'on n'omette pas de vérifier, en quittant la cave, que la bille est visible. Sa durée est pratiquement illimitée, car on le fabrique en métal inoxydable.



FAUSSET A BILLE

Un interrupteur essentiellement pratique

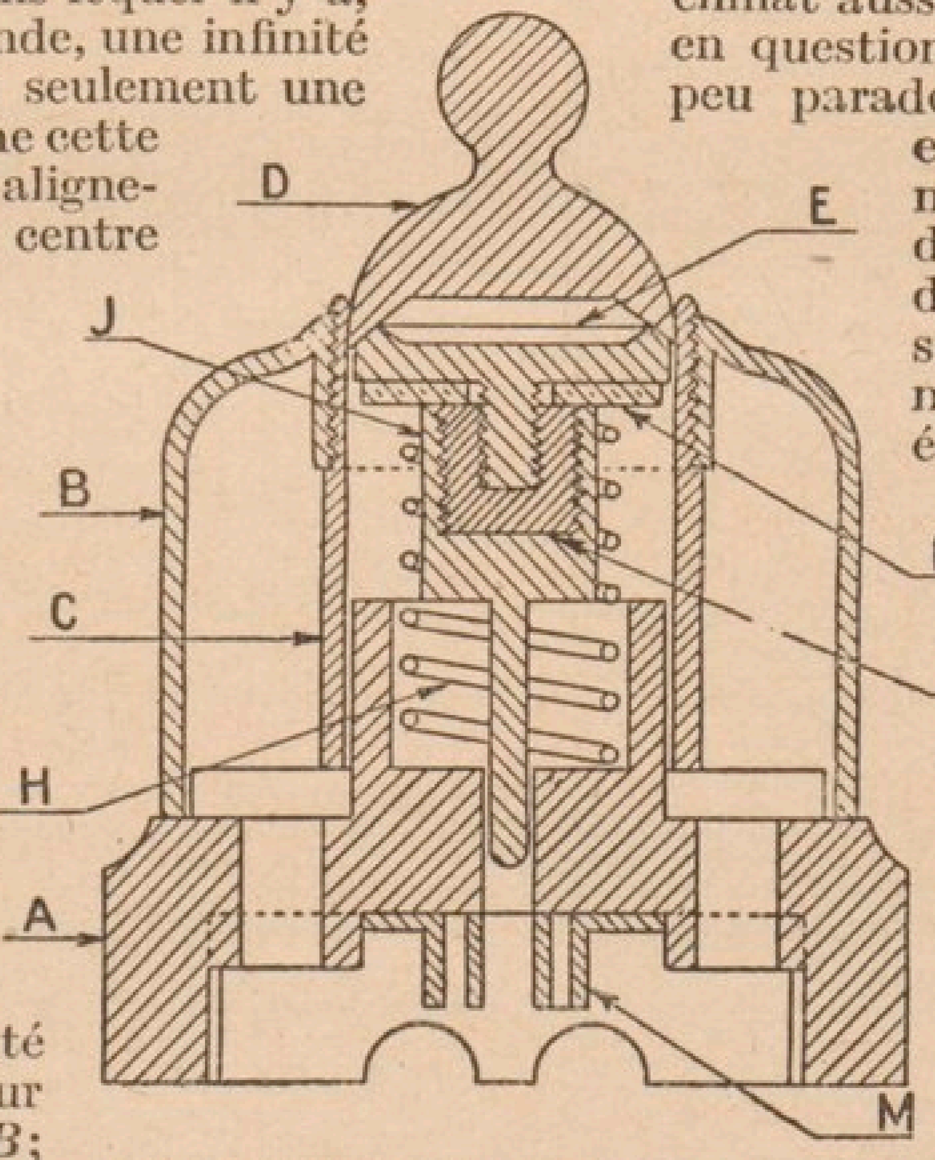
Le bouton des interrupteurs ordinaires n'a que deux positions : une de travail, une de repos ; or, toutes les deux sont situées de part et d'autre d'une verticale, si bien qu'on ne sait presque jamais, en cas d'interruption du courant ou de réparation sur la ligne, si le circuit est resté ouvert ou a été fermé.



CET INTERRUPTEUR S'ALLUME EN TOUS SENS

Pour remédier à cet inconvénient, un ingénieur français a conçu un interrupteur dans lequel il y a, pour le bouton de commande, une infinité de positions de travail et seulement une position de repos ; comme cette dernière correspond à l'alignement du bouton avec le centre de l'appareil, nulle méprise n'est possible.

Le nouvel interrupteur se compose d'une base en porcelaine *A*, d'un capuchon *B* qui, à l'exception du bouton de commande, recouvre le mécanisme, et, bien entendu, de ce mécanisme lui-même, lequel, comme on va le voir, est extrêmement simple et robuste. Il comprend, en effet : un canon *C*, fileté à sa partie supérieure pour recevoir le capuchon *B*; une demi-rotule, surmontée d'un bouton *D*, dont la manœuvre, suivant une orientation quelconque, a pour effet de repousser, au moyen de l'arête à angle vif *E*, un couteau métallique *J* vers le bas et de le forcer à s'engager entre les pièces élastiques de contact *M*, fermant ainsi le circuit de la ligne desservie. Le rappel du couteau est facilité par le ressort antagoniste à boudin *H* qui, par surcroît, rend la rupture aussi brusque qu'il est désirable.



LORSQUE LE BOUTON D EST DROIT, ON SAIT QUE LE CIRCUIT EST COUPÉ

Le couteau *J* est convenablement isolé de la masse par la rondelle *F* et le petit canon *G*, tous deux en fibre.

Le double contact *M* et le balayage des surfaces de ce dernier par le couteau *J* rendent l'appareil particulièrement efficace; la simplicité du mécanisme permet, par ailleurs, de lui donner des dimensions moins encombrantes que celles des interrupteurs ordinaires. Mais c'est surtout par sa commande que cet interrupteur est intéressant.

L'action des rayons ultra-violets sur les fruits tropicaux

Notre confrère, le *Louisiana Planter and Sugar Manufacturer*, relate dans un numéro récent des expériences bien faites pour nous étonner; n'ont-elles pas trait, en effet, à l'intensification de l'action des rayons solaires sur la maturation des fruits aux îles Sandwich ! Qu'il soit besoin d'accroître cette action, ou même, simplement, qu'on cherche à le faire, sous un climat aussi tropical que celui des îles en question, c'est, on l'avouera, un peu paradoxal à première vue. Ces expériences n'en furent pas moins effectuées et donnèrent des résultats intéressants dont nous extrayons ce qui suit. Des cannes à sucre qui, maintenues dans l'obscurité, étaient demeurées sans couleur, devinrent complètement vertes sous la lumière d'une lampe de quartz à vapeur de mercure (comme on le sait, la meilleure source artificielle de rayons ultra-violets) en l'espace de deux heures et demie, alors que, durant ce même laps de temps, le soleil serait resté sans action sur elles.

On a également constaté que, lorsqu'au moyen d'écrans appropriés, on filtrait les rayons ultra-

violets émanant de la lumière solaire tombant sur des cannes à sucre, celles-ci contenaient, à maturité, 30 % de sucre en moins que lorsqu'on n'absorbait pas lesdits rayons; elles en renfermaient, par contre, 8 % en plus lorsqu'on enrichissait artificiellement la lumière solaire d'ondes lumineuses ultra-violettes. Les ananas et les bananes mirent également en évidence, au cours des mêmes expériences, l'action bienfaisante de l'exposition, convenablement dosée, aux lampes de quartz à vapeur de mercure.

ENTONNOIR AUTO-OBTURATEUR

Pour transvaser un liquide sans risque de perte

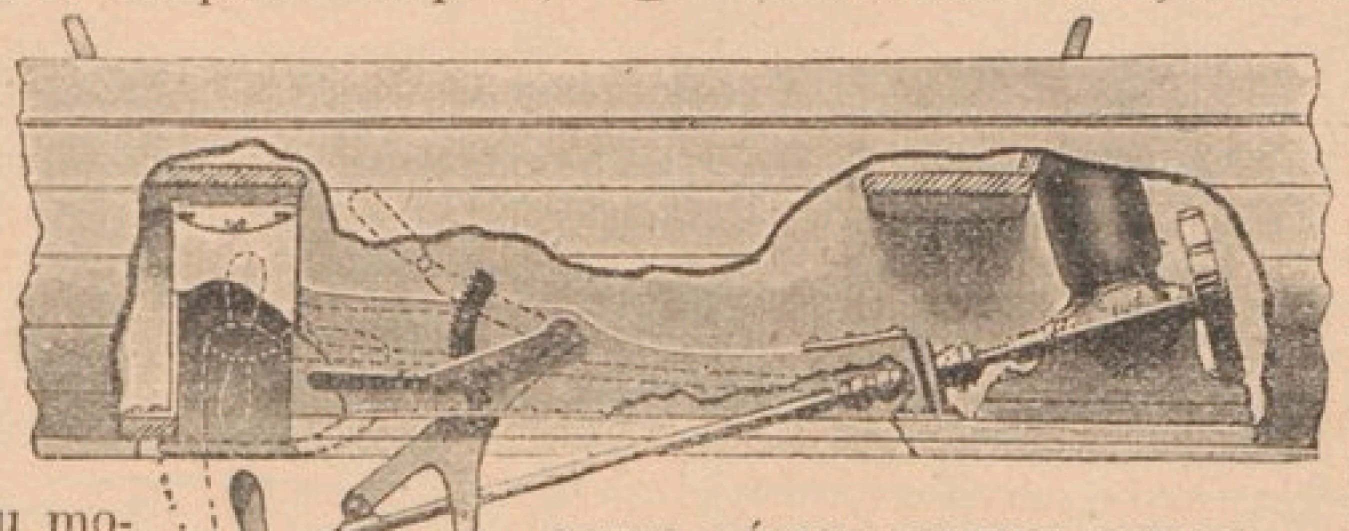
Cet appareil, d'un fonctionnement purement mécanique, a pour but d'éviter le débordement du liquide lors du remplissage des flacons et bouteilles. A cet effet, il s'obture automatiquement dès que le récipient est plein, le surplus restant dans l'entonnoir. On peut alors transférer ce dernier sur une autre bouteille, sans que le liquide s'échappe ; pour cela, il suffit de tirer sur l'anneau mobile qui coulisse dans l'anneau plus grand dans lequel on passe le doigt pour saisir et porter l'instrument ; de cette façon, on maintient l'obturateur sur son siège ; en relâchant l'anneau, le liquide peut s'écouler à nouveau.

En résumé, le nouvel entonnoir permet de remplir tout récipient sans avoir à se préoccuper, vers la fin du remplissage, du niveau du liquide dans l'entonnoir ; il facilite et accélère les transvasements ; enfin, l'écoulement du liquide y est plus rapide que dans l'entonnoir ordinaire, la section du tube étant constante parce que cylindrique et non tronconique comme il est d'usage.

L'hélice des canots automobiles mise à l'abri des avaries

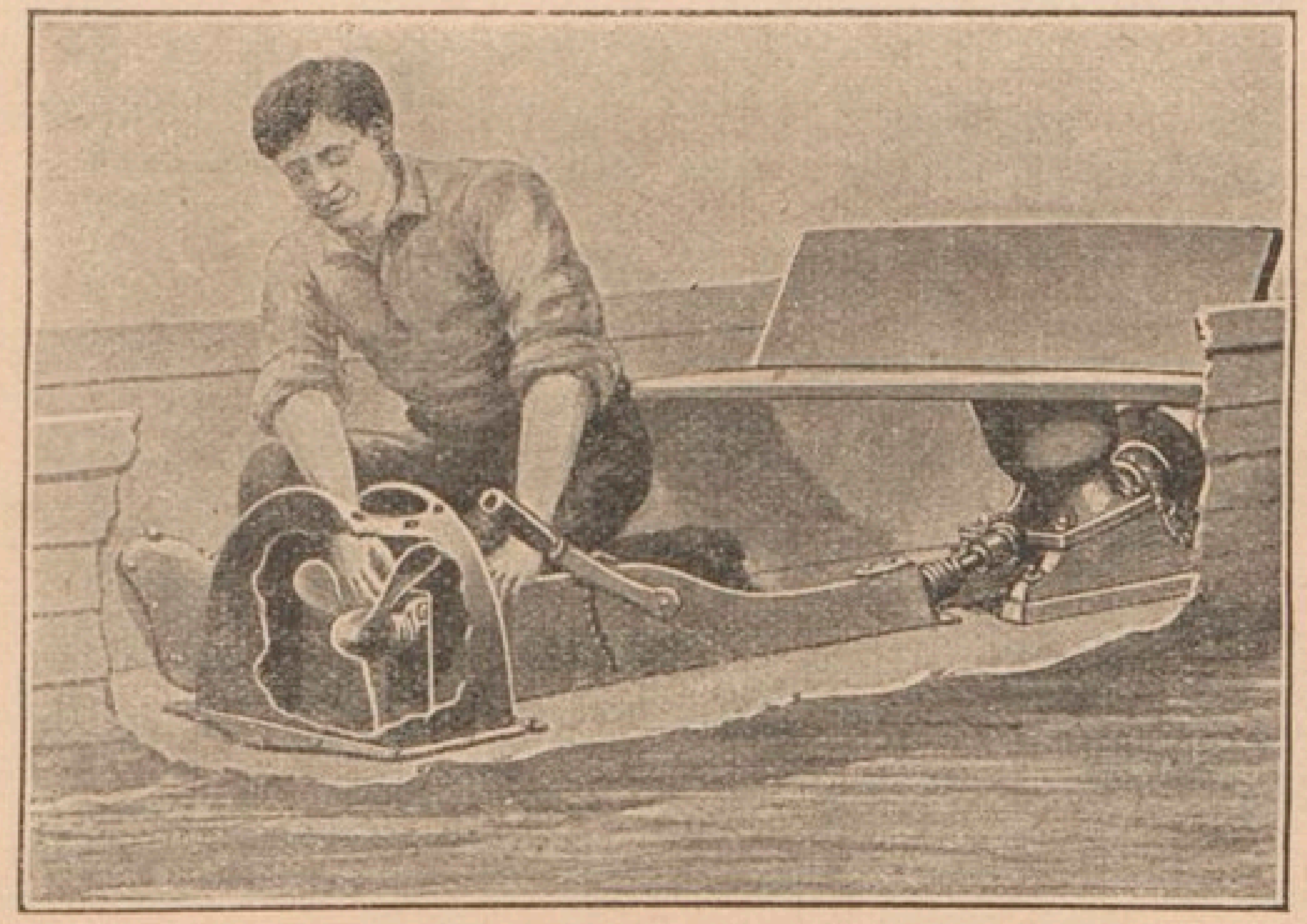
Ceux qui ont eu à utiliser de petits canots automobiles dans des parages où les eaux sont, à certains endroits très peu profondes, infestées d'algues et autres plantes aquatiques ou bien encore dissimulent des roches, des bancs de sable ou de vase, savent combien sont fréquentes les avaries de propulseur. C'est tantôt l'hélice qui est arrachée ou détériorée, tantôt l'arbre de couche qui est faussé ou brisé et c'est un peu fatal...

Pour mettre complètement le propulseur à l'abri des accidents dus aux causes susdites, un Canadien a combiné un dispositif au moyen duquel l'hélice et la partie immergée de son arbre sont, soit volontairement, soit automatiquement, rentrées dans un logement *ad hoc* ménagé à l'intérieur même de l'embarcation.



CETTE HÉLICE RENTRE AUTOMATIQUEMENT DANS SON LOGEMENT SOUS L'EFFET D'UN CHOC

Nos gravures, empruntées à notre confrère *The Scientific American*, montrent comment ce résultat est obtenu. L'arbre est scindé, non loin du moteur, en deux tronçons réunis par un joint à la cardan, qui permet au tronçon postérieur et, par suite à l'hélice, d'être remontés dans leur logement. Ce mouvement est obtenu, soit à la main, soit automatiquement sous l'effet d'un choc contre un obstacle ou d'un frottement sur le fond s'exerçant sur le bras de défense qui, assujetti à l'arbre de couche, s'étend sous l'hélice.



MAIS ON PEUT ÉGALEMENT LA RENTRER A LA MAIN

Voici, enfin, un outil, pratique pour percer des murs

Avez-vous observé un ouvrier plombier, électricien ou serrurier, perçant un mur? Il frappe sur un ciseau de forme appropriée au moyen d'un marteau et, après chaque coup de marteau, il imprime au ciseau une légère rotation. On peut expliquer cette façon de faire comme suit : l'outil est souvent moins dur que la matière qu'il doit percer; celle-ci n'est pas perforée, comme c'est le cas dans le perçage du bois ou des métaux; elle est désagrégée par les coups de marteau. Le mouvement de rotation de l'outil a un double but : d'abord donner au trou une forme cylindrique, puis faire tomber le gravat que l'outil a détaché.

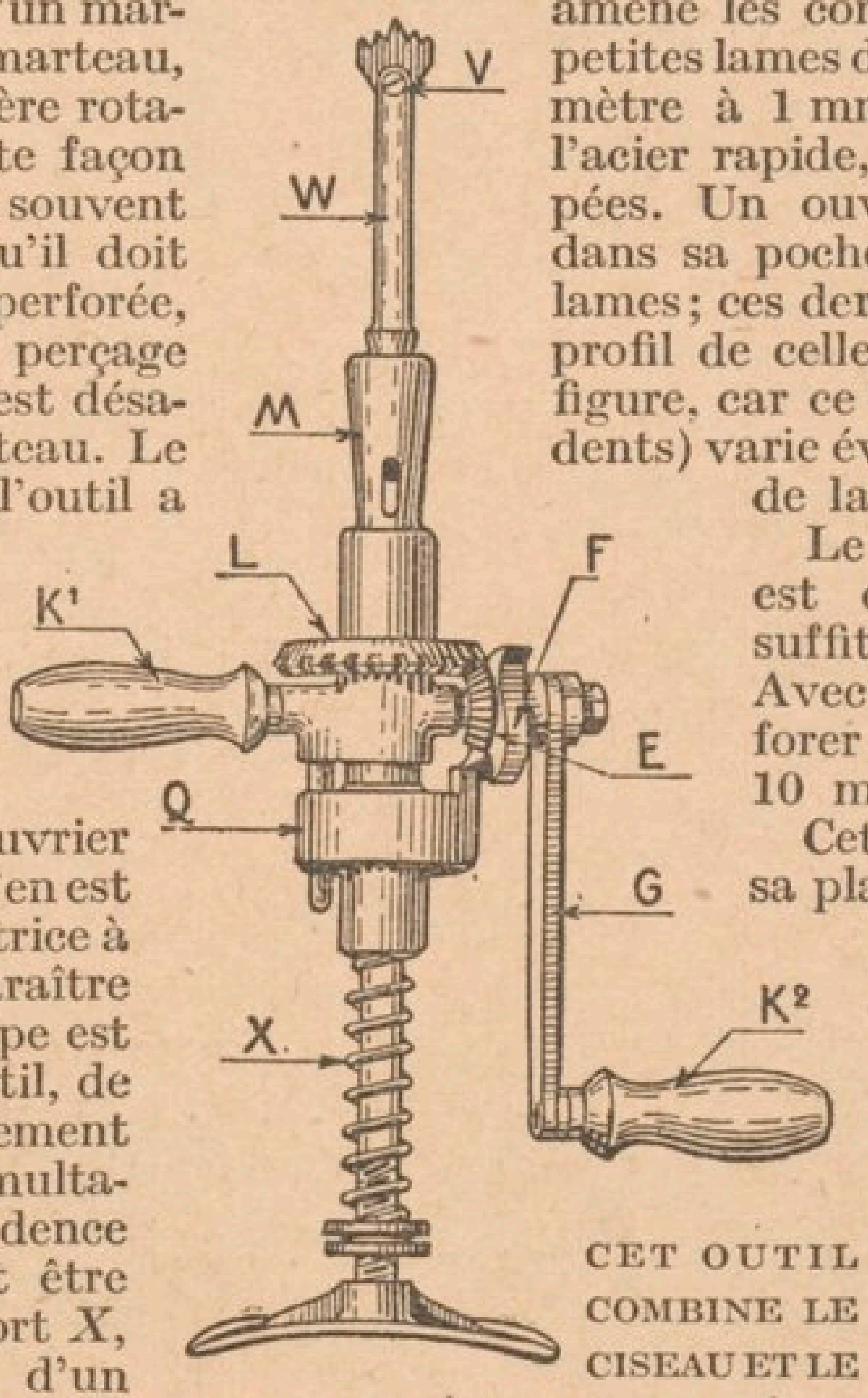
C'est là un travail long et fastidieux. Il faut quelquefois plusieurs heures à un ouvrier pour percer un mur épais. Il n'en est plus de même avec la perforatrice à percussion qui vient d'apparaître sur le marché et dont le principe est le suivant : imprimer à un outil, de forme bien étudiée, un mouvement de rotation assez lent, et, simultanément, une série de chocs à cadence rapide, dont l'intensité peut être réglée par la tension du ressort *X*, au moyen d'un écrou et d'un contre-écrou, suivant la dureté des matériaux à percer (granit, pierre à bâtir, brique, marbre, etc.).

L'appareil fonctionne de la façon suivante : l'ouvrier tient de la main gauche la poignée K^1 ; de la main droite, la poignée K^2. La rotation de la manivelle *G* commande simultanément la came *F* et le pignon *E*. La came *F*, à chaque tour de manivelle, imprime, avec l'aide du ressort compensateur *X*, quatre mouvements de va-et-vient au marteau *Q*. En même temps, le petit pignon conique *E* fait tourner l'engrenage *L*, sur lequel est calée la douille *M* qui reçoit le porte-outil *W*.

De cette façon, l'outil tourne en même temps qu'il reçoit les chocs du marteau. Cet outil est, en lui-même, très curieux. Une série d'essais méthodiques ont, en effet, amené les constructeurs à adopter de petites lames de faible épaisseur (1 millimètre à 1 mm. 5) découpées dans de l'acier rapide, et soigneusement trempées. Un ouvrier peut emporter ainsi dans sa poche plusieurs douzaines de lames; ces dernières n'ont pas toutes le profil de celle que nous voyons sur la figure, car ce profil (angle de coupe ou dents) varie évidemment avec la nature de la matière à perforer.

Le remplacement de l'outil est excessivement facile. Il suffit de desserrer la vis *V*. Avec cet appareil, on peut perforer du granit à la vitesse de 10 millimètres à la minute.

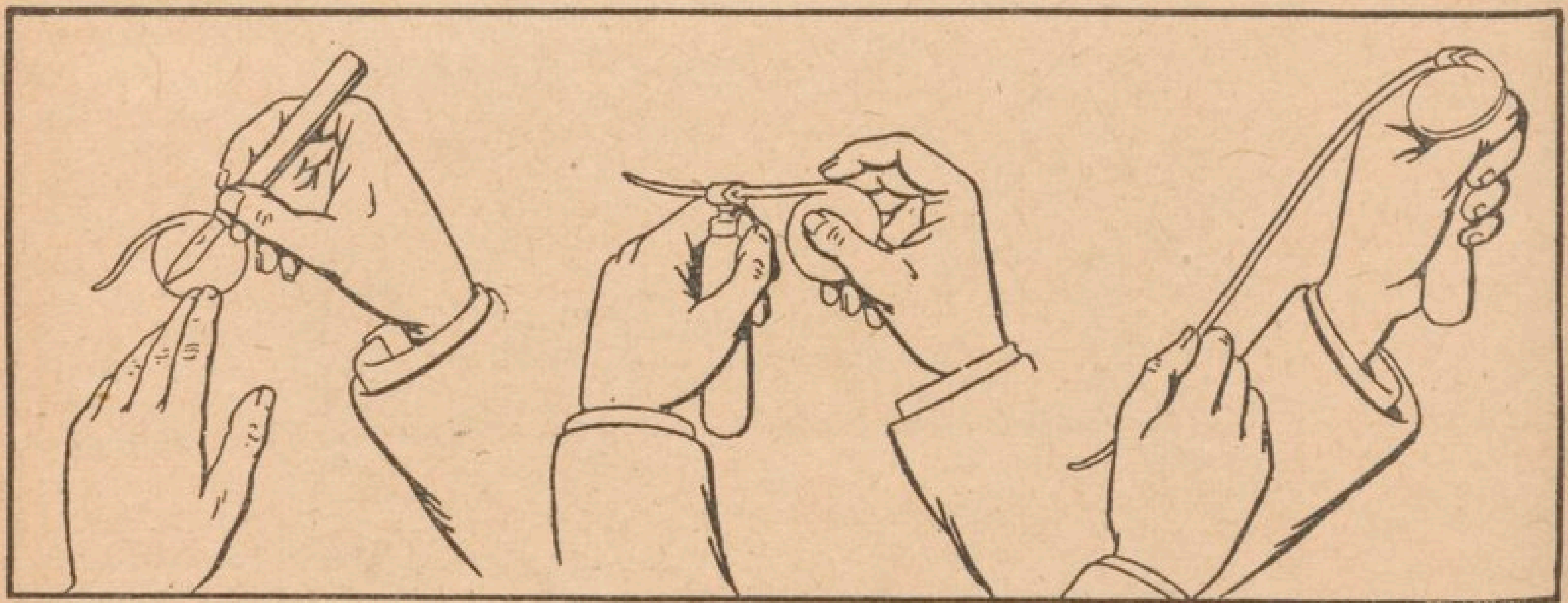
Cette perforatrice trouvera sa place dans la boîte à outils du particulier car elle lui évitera de faire appel à un ouvrier — et chacun sait ce qu'il en coûte — pour poser glaces ou tableaux.



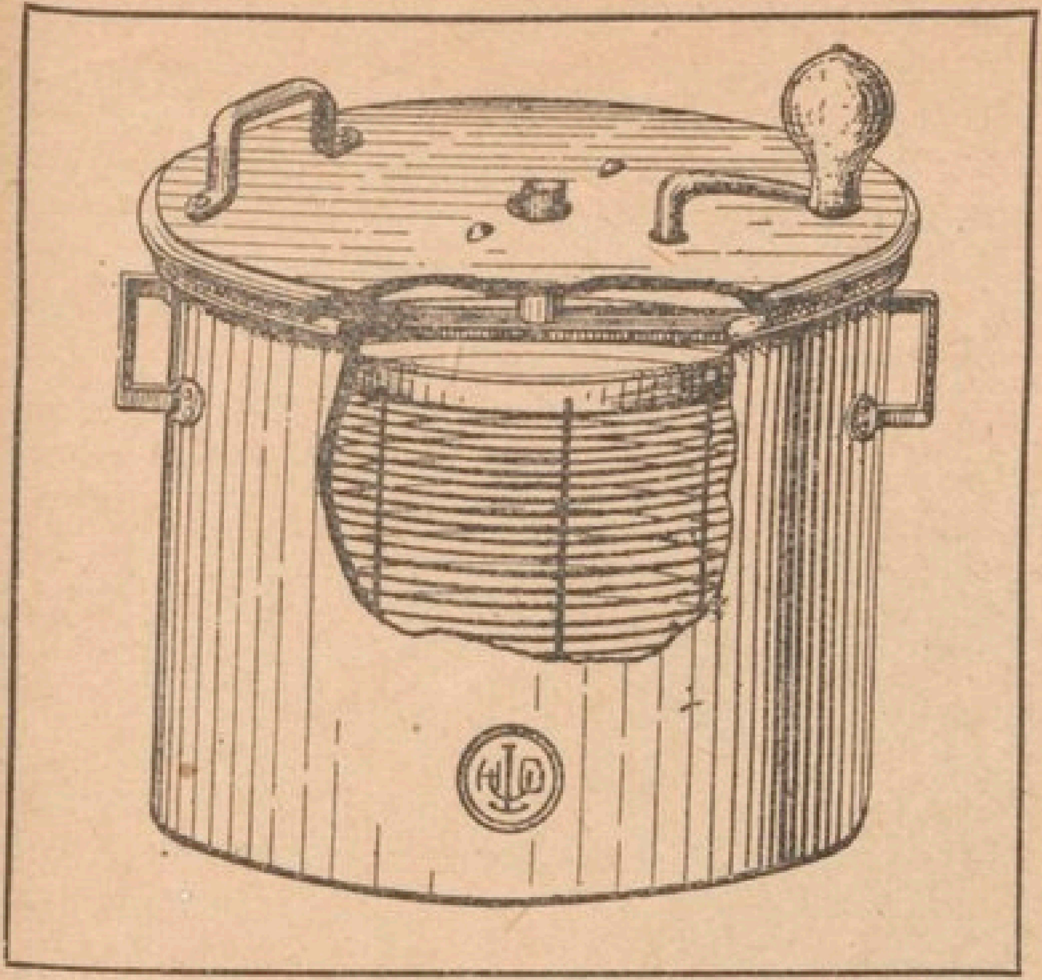
CET OUTIL COMBINE LE CISEAU ET LE MARTEAU NÉCESSAIRES A L'OUVRIER POUR PERCER LA PIERRE

Utilisez vos déchets de cuir

On nous a soumis récemment un outil un peu bizarre, baptisé *tranchet-dérouleur*, au moyen duquel chacun peut, dans un morceau de cuir quelconque, découper toutes sortes de lacets. Il suffit d'opérer comme il est indiqué sur notre dessin. On prend, pour commencer, un morceau de cuir souple, tige de chaussure, etc. on le coupe en rond, puis, avec un canif, on y fait une entaille de trente à quarante milli-



VOICI COMMENT IL FAUT S'Y PRENDRE POUR DÉCOUPER UNE LANIÈRE, UN LACET, ETC..., DANS UN VIEUX MORCEAU DE CUIR, AU MOYEN DU « TRANCHET-DÉROULEUR »



ÉGOUTTOIR CENTRIFUGE POUR LA SALADE

mètres (figure de gauche sur le dessin). On introduit ensuite l'extrémité de la lanière ainsi ébauchée dans le passant du tranchet, du côté du coupant (figure du milieu); on tire légèrement pour faire dépasser la lanière. Ceci fait, après avoir saisi fortement de la main gauche le manche de l'outil, en soutenant le disque de cuir bien horizontalement, on tire à soi la lanière de la main droite (figure de droite); le lacet se découpe tout seul.

Si l'on veut obtenir un lacet rond, il suffit, une fois découpé, de le rouler entre deux planchettes. On peut, évidemment, avec ces lacets, tresser des fouets, des dragonnes, des courroies, des poignées, des laisses, etc...

Pour égoutter votre salade

Égouttez mécaniquement vos salades, comme le suggère un de nos compatriotes, évidemment fort ingénieux, qui vient d'en faire breveter le moyen.

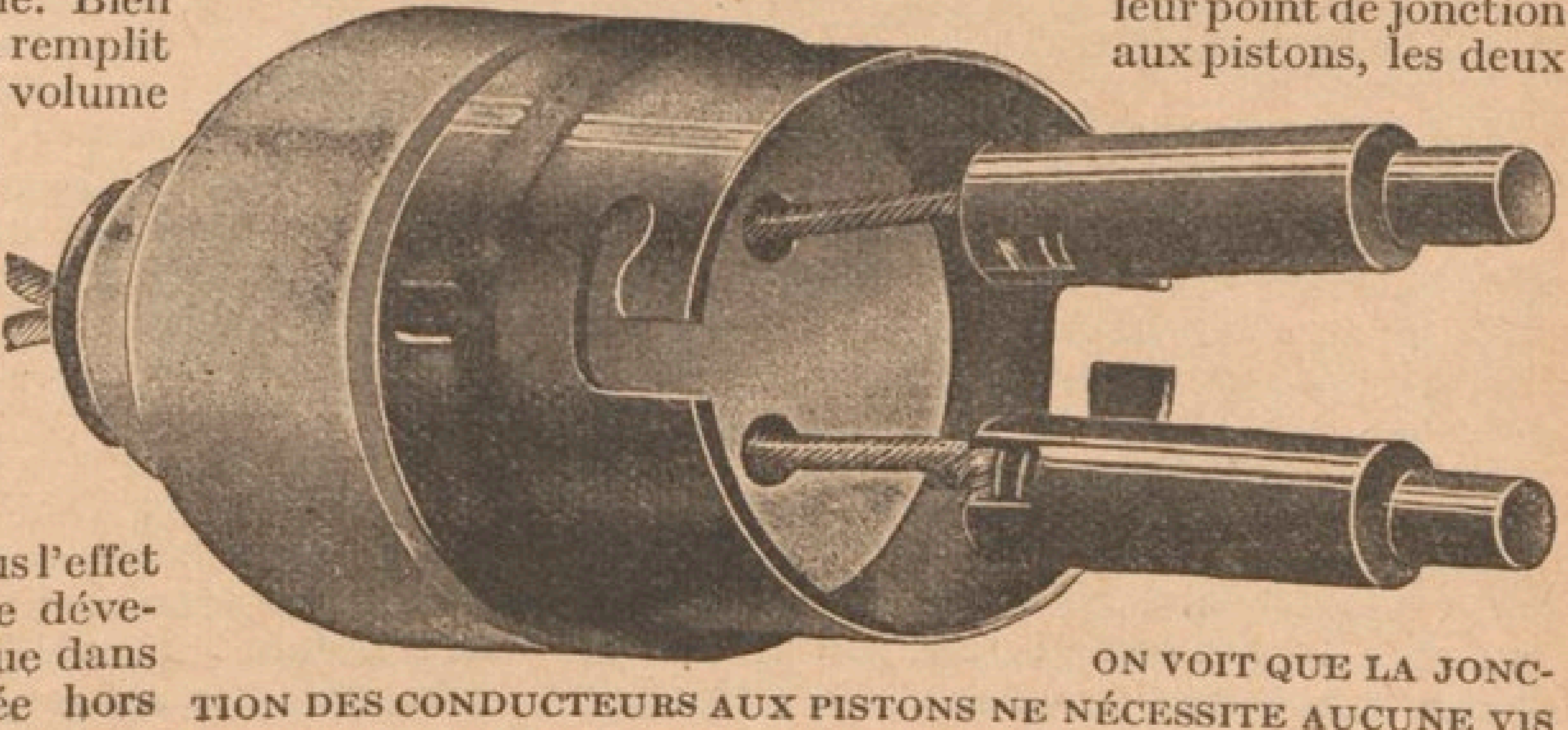
Celui-ci consiste un en récipient que l'on peut complètement obturer et qui renferme un panier auquel une manivelle et un train d'engrenages appropriés permettent d'imprimer un mouvement de rotation très rapide autour d'un axe passant par le centre du système. Bien entendu, le panier ne remplit pas complètement le volume dont il dispose à l'intérieur du récipient. Le reste se devine : la salade à égoutter ayant été placée dans le panier et le couvercle ayant été remis en place, on actionne rapidement la manivelle ; sous l'effet de la force centrifuge développée, l'eau contenue dans la salade est projetée hors du panier; en moins de temps qu'il ne faut pour l'écrire, il n'en reste plus une goutte; en revanche, tout le liquide exprimé se trouve dans le fond du récipient et atteste l'efficacité de cet égouttoir domestique.

Douille électrique simplifiée

La plus importante de ces pièces est un bloc de porcelaine percé d'une ouverture centrale qui se divise vers le tiers de la longueur, en deux canaux parallèles. A la base du bloc de porcelaine est sertie la douille propre, en laiton, munie d'un emmanchement à baïonnette et de deux pistons destinés à assurer le contact.

On remarquera que l'extrémité libre de chacun des conducteurs s'engage dans une petite fenêtre ménagée à la partie postérieure du piston, sort de l'autre côté, et se replie sur elle-même sans qu'il soit besoin, pour assurer la tenue de cette liaison, d'aucune ligature. C'est qu'en effet, l'extrémité du conducteur se trouve coincée entre l'arête de la fenêtre et un petit disque contre lequel presse le même ressort qui donne au piston de contact son élasticité. Et cette fixation des conducteurs est si parfaite, si résistante, que l'inventeur n'a pas hésité à la charger du soin de supporter tout le poids, non seulement des pistons, mais de la douille elle-même, et, par conséquent, des objets qu'elle reçoit, c'est-à-dire la lampe, et, le cas échéant, l'abat-jour. Il ressort, en effet, de l'examen de la gravure (bien qu'une perspective exagérée dénature quelque peu les proportions des trous par rapport aux pistons) que les pistons, après leur jonction aux conducteurs, s'insèrent dans les canaux jumeaux jusqu'à buter contre le fond de la partie droite, là où elle se raccorde exactement avec le tronçon oblique.

Nulle part il n'y a de ces vis que les fabricants s'ingénient à rendre de plus en plus microscopiques : quatre pièces dont deux mobiles et c'est bien tout. La nouvelle douille peut, on le voit, être montée sans outil ; son isolement, et c'est là un de ses principaux avantages, est parfait, puisque, étant complètement séparés l'un de l'autre jusqu'à leur point de jonction aux pistons, les deux



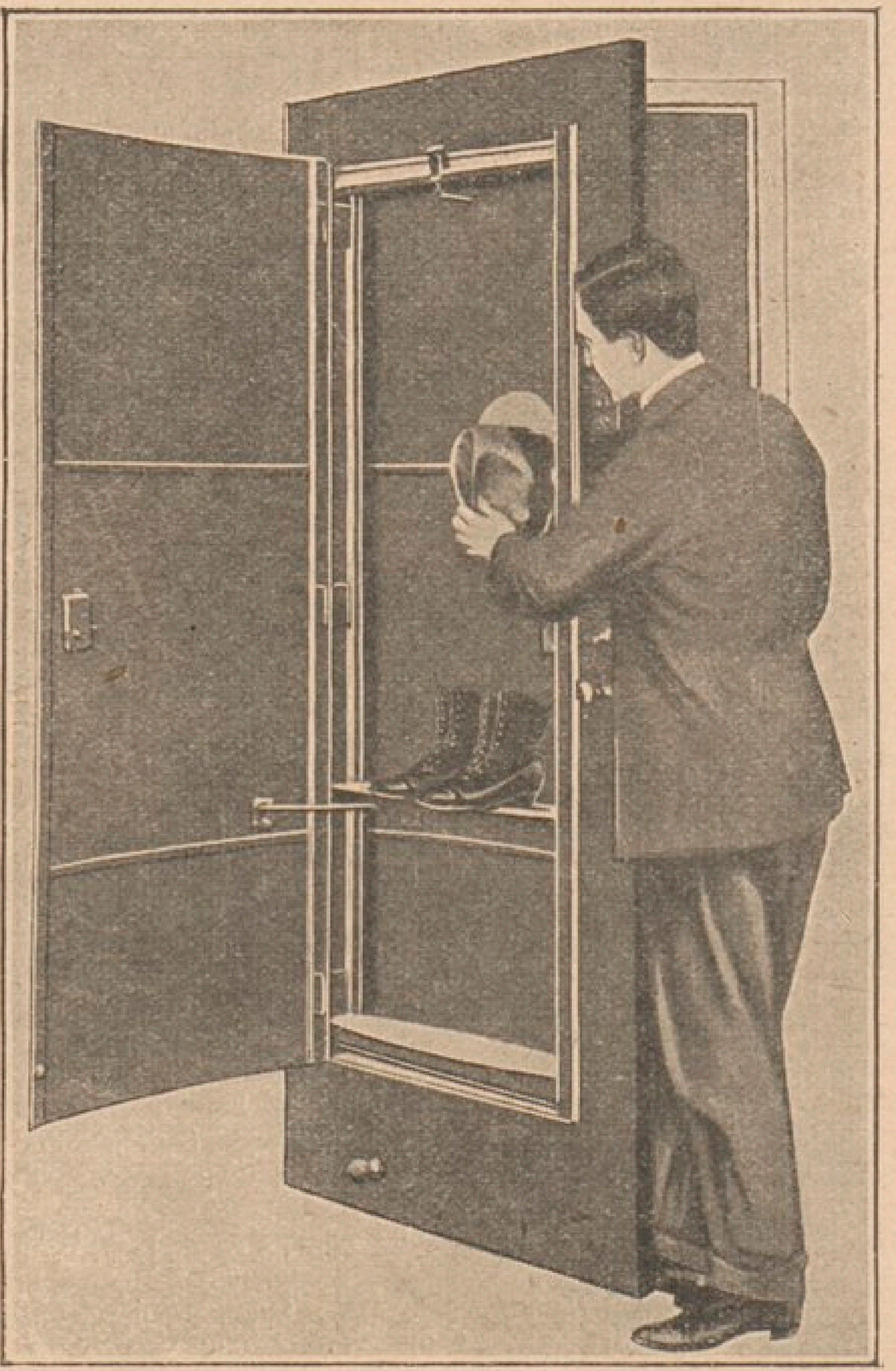
ON VOIT QUE LA JONCTION DES CONDUCTEURS AUX PISTONS NE NÉCESSITE AUCUNE VIS

conducteurs ne peuvent présenter aucune partie dénudée en regard.

Pour qu'on ne vole pas vos chaussures à la porte de votre chambre

Le voyageur a, on le sait, coutume de déposer, le soir, ses chaussures crottées à la porte de sa chambre, et, le matin, de les reprendre nettoyées et cirées... si toutefois elles n'ont pas été subtilisées pendant la nuit par quelque rat d'hôtel à la recherche d'un plus noble butin.

Un Américain, qui, sans doute, fut victime d'un vol de cette sorte, a imaginé un moyen de le rendre sinon impossible, du moins beaucoup plus malaisé, en combinant une porte double dont il propose l'adoption par tous les hôtels. Cette porte permet, *de l'intérieur*, de placer sur des planchettes, tringles et crochets installés dans l'espace compris entre les deux panneaux, chaussures, vêtements et chapeaux que, *de l'extérieur*, le valet ou la femme de chambre peuvent prendre et replacer après nettoyage ou repassage. Bien entendu, le panneau extérieur ferme à clef, ce qui, dans une certaine mesure, rend les domestiques, et, partant, la direction de l'hôtel, responsables des vols qui pourraient être constatés.



DOUBLE-PORTE DE SURETÉ POUR LES HOTELS

La vie chère et les produits frigorifiés

Si la guerre a démontré l'utilité de l'usage des produits frigorifiés pour l'alimentation des troupes, les circonstances actuelles prouvent surabondamment que l'emploi de ces mêmes produits peut avoir, en temps de paix, une influence décisive sur la cherté de la vie.

La population s'est habituée au « frigo », et celui-ci manque partout. De toute évidence, il faut donc développer sur une vaste échelle, soit l'importation, soit la fabrication de ces aliments sur le territoire national.

Mais, pour fabriquer, il faut du matériel et du personnel. Le matériel, ce sont des machines frigorifiques productrices de froid, ce sont des entrepôts frigorifiques destinés à la conservation des produits, ce sont des wagons et des bateaux frigorifiques.

Or, pour fabriquer ces machines, pour organiser ces entrepôts, pour construire ou aménager ces wagons et ces bateaux, il faut un personnel spécialiste comprenant des ingénieurs et des mécaniciens, les uns fabriquant et installant machines et entrepôts, les autres exploitant les installations.

Si nous voulons développer en France l'industrie frigorifique, dont l'extension peut avoir une si grande répercussion sur la vie sociale, il est donc nécessaire que nous formions un personnel technicien spécial, qui fabriquera le matériel et le mettra en œuvre. C'est ce qu'a compris l'Ecole supérieure de mécanique, qui vient de donner un grand développement à son enseignement du Froid, organisé depuis dix ans dans ses locaux de la rue de Clignancourt. En effet, en dehors de son enseignement normal, destiné à préparer des ingénieurs mécaniciens pour les industries mécaniques et aéronautiques, cette école a entrepris la formation des ingénieurs frigoristes et la formation des mécaniciens frigoristes ; et chacune de ces deux branches comporte des cours sur place et des cours par correspondance. En dehors des conférences, des travaux pratiques et des visites d'usines ont été organisés.

Grâce à ces techniciens de l'industrie frigorifique, nous pouvons espérer que notre pays, où Charles Tellier a inventé la science du Froid, verra bientôt cette industrie prendre un développement égal à celui qu'elle a acquis dans les deux Amériques et dans les principales nations européennes. V. Rubor.

L'ERREUR HUMAINE ET LA PUISSANCE DE LA VÉRITÉ

Christian Science considère l'existence humaine comme un rêve. Cela signifie que la soi-disant vie matérielle est un état anormal de la pensée, dans lequel on ignore la condition normale de l'être et duquel il faut sortir pour prendre conscience de l'identité et de la puissance spirituelles de l'homme. Tolstoï perçut cette vérité, quand il écrivit les lignes suivantes : « Nous vivons des rêves avec presque autant d'intensité que nous vivons la réalité. Toute notre vie, depuis la naissance jusqu'à la mort, est remplie de rêves. N'est-ce pas aussi un rêve que nous prenons pour la réalité ? Sommes-nous sûrs de sa réalité, parce que nous n'avons pas connaissance d'une autre vie plus réelle ? Je le crois, et même je suis convaincu que c'est là la seule raison de la certitude que notre vie terrestre est un des rêves d'une autre vie plus réelle, et ainsi de suite à l'infini, jusqu'à ce que nous atteignions cette vie dernière qui est la vie divine. »

Au reste, maint penseur a exprimé cette manière de voir à travers les âges. Mais, ce qui est remarquable dans « Christian Science », c'est que, non contente de discerner le rêve et de l'analyser, elle a encore, et ceci est essentiel, révélé la Vérité, dont la connaissance seule peut libérer du rêve.

L'humanité a, dans son ensemble, l'intuition qu'il existe une vie plus élevée que celle dont elle est actuellement consciente. « Christian Science », ayant posé en principe que « Tout est l'Esprit infini et son infini manifestation », en déduit logiquement que la vérité de l'être n'est pas dans la matière, mais dans le domaine invisible de l'Esprit.

Faisant allusion au rêve de la vie matérielle, Mrs Eddy dit que « le rêve et le rêveur ne font qu'un ». C'est là un point qu'il importe de comprendre pour se rendre compte que le discernement de l'erreur ou du rêve doit précéder sa disparition. Il semble assez paradoxal, sans doute, de parler d'un rêve qui s'éveille pour se voir comme un rêve ; mais cela devient plus facile à saisir quand on se rappelle que l'homme mortel est à la fois le rêve et le rêveur. Ce soi-disant homme (mortel) est l'expression de la croyance à une intelligence ou conscience autre que l'Intelligence infinie et constitue la condition que Mrs Eddy dénomme « esprit mortel ».

Cet « esprit mortel » a l'air de se connaître soi-même, mais il ne se prend pas pour ce qu'il est véritablement. Il reste mystifié devant ses propres phénomènes, ne sachant comment les expliquer.

Lorsqu'on comprend que c'est la pensée humaine, et non le hasard où les lois matérielles qui détermine et produit ses propres, conditions physiques, on se rend compte qu'il est indispensable que cette pensée discerne ses erreurs et les corrige avant qu'elle puisse saisir la vraie conception de l'être. « Christian Science » enseigne que la matière est l'état subjectif de l'esprit mortel et que la personnalité physique en est l'état objectif. Il s'ensuit que les phénomènes de la maladie et toutes les discordances inhérentes au concept matériel ne sont que les pensées des mortels et non des réalités extérieures ; c'est donc sur la pensée qu'il faut veiller.

Du fait que l'on commence à admettre la nature erronée de la conception matérielle, il ne s'ensuit pas que l'on acquiert du même coup la pleine conscience de la vie spirituelle. En effet, pour que le réveil fût instantané et la disparition de l'erreur totale, il faudrait un rêveur réel dans un rêve irréel : tandis que, selon «Christian Science », rêve et rêveur ne font qu'une seule et même illusion.

Il est vrai qu'un songe nocturne s'évanouit en un instant ; mais il vient aussi vite. Aussi bien, dans ce cas-ci, la connaissance que le dormeur a des faits tels qu'ils sont perçus à l'état de veille, empêche l'illusion d'être durable, cependant que le rêve et le rêveur de l'existence matérielle n'ont pas cette connaissance naturelle en quelque sorte de la vie spirituelle. Sortir complètement de la conception matérielle de la vie est bien autre chose que de secouer l'illusion momentanée d'un songe nocturne, car cela signifie que l'on a clairement compris que l'Esprit est seul créateur et que, par conséquent, la Spiritualité est la seule réalité de la création : l'homme et l'univers connus par les sens n'étant que l'expression déformée, contrefaite, de la réalité.

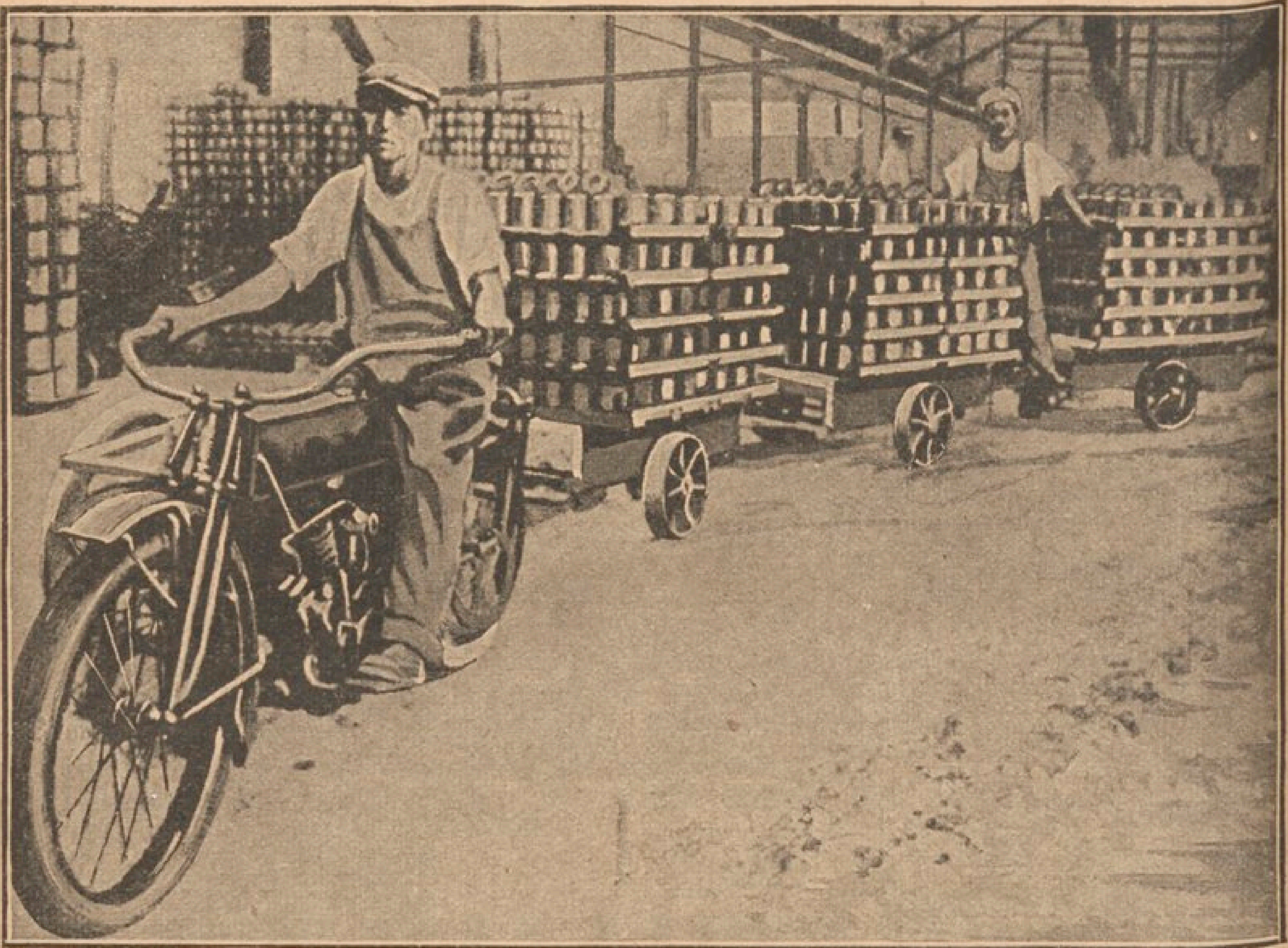
Pour que la Vérité puisse agir, ou mieux, pour pouvoir démontrer la puissance de la vérité, il faut connaître celle-ci, c'est-à-dire la comprendre, et une compréhension, même faible, de la Vérité, accomplit déjà des

merveilles. Quand un individu comprend et accepte la Vérité sur un point, l'erreur, pour lui, s'efface sur ce point, parce que l'erreur ne trouve son appui et sa résistance que dans l'ignorance de la Vérité. Du moment où la Vérité apparaît, l'erreur, qui n'était que l'absence de Vérité, disparaît, et sans qu'on ait rien à faire pour la détruire : elle disparaît automatiquement. Ainsi, l'obscurité n'est que l'absence de lumière, et dès que la lumière paraît, l'obscurité s'évanouit.

Si réels et terribles que paraissent aux sens les phénomènes du mal, on voit clairement qu'ils ne sont fondés que sur un point de vue erroné, quand, en détruisant la fausse croyance sur laquelle ils reposent, on les fait disparaître aussi, de la même manière que l'on supprime une ombre en supprimant l'objet qui la projette. Quand l'homme comprend, dans quelque mesure au moins, que l'Esprit infini est manifesté dans son vrai moi, il a, par là même, une certitude de vie et une conscience de force inaltérables. C'est dans la connaissance de ce Principe et de sa loi spirituelle que résident la santé et la puissance ; c'est par son application que « Christian Science » opère des guérisons inespérées et assure l'harmonie et la paix.

D'ailleurs, c'est fort simple, et chacun peut tenter l'expérience. Qu'il prenne connaissance de la Verité, telle qu'elle est révélée en « Christian Science » ; qu'il tâche de se l'assimiler ; qu'il la pense ; et il verra bien si Vérité n'est pas synonyme de Puissance.

LA MOTOCYCLETTE A L'USINE

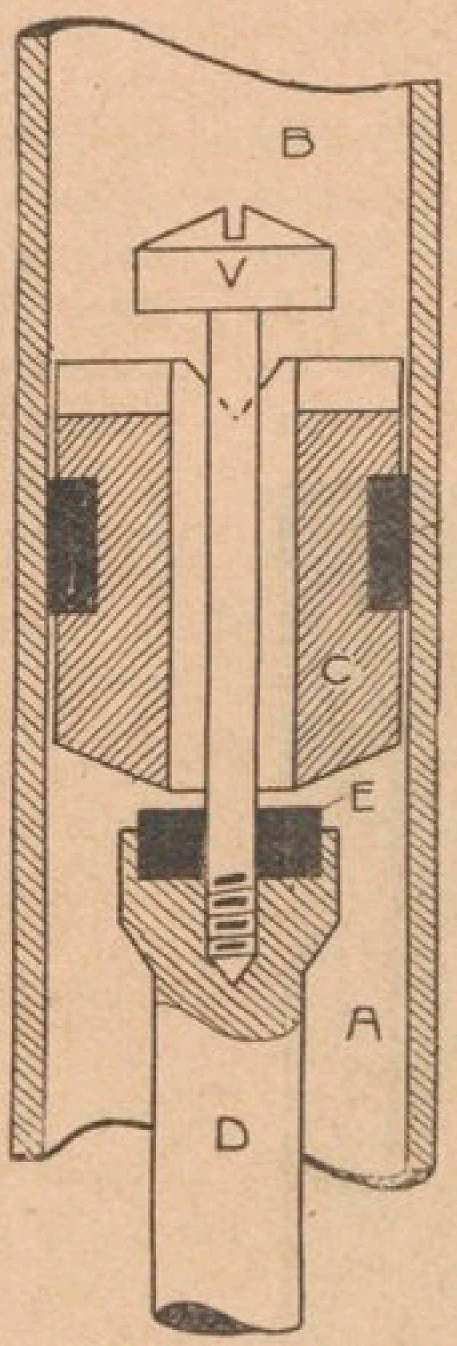


Nous avons déjà eu l'occasion de décrire ici les petits chariots électriques employés dans les ateliers pour transporter dans les diverses salles les objets en cours de fabrication, obus, etc. Quelque grands que soient les avantages de ces véhicules ils nécessitent néanmoins l'emploi d'un conducteur ou d'une conductrice et leur charge est relativement limitée. Les Américains viennent de trouver mieux. Ils ont imaginé de constituer un véritable train de petites plates-formes et de les faire remorquer par des motocyclettes ou des side-cars, ces derniers ayant le mérite de comporter trois roues et, par conséquent, d'offrir une parfaite stabilité.

UN PULVÉRISATEUR DONT LA CONSTRUCTION EST PERFECTIONNÉE BIEN QUE SIMPLIFIÉE

Un ingénieur résidant en Suisse, M. Louis Blanc, a récemment fait breveter un nouveau pulvérisateur dont la construction, autant que la multiplicité des usages auxquels on peut l'employer, méritent d'être signalées. Cet appareil est capable de projeter sous forme d'une buée très fine ou, à volonté, en un jet mince mais portant loin, n'importe quel liquide. Ses applications sont donc, comme nous l'avons dit, extrêmement nombreuses ; nous signalerons, entre autres, la projection de parfums ou autres liquides destinés à rafraîchir l'air dans les salles de spectacle, les restaurants, les appartements, etc. ; la projection des désinfectants et vapeurs médicamenteuses, dans les hôpitaux, cliniques, écoles, et autres locaux susceptibles d'être contaminés.

En agriculture, le nouveau pulvérisateur s'adapte à quantité d'usages ; on l'emploiera utilement, par exemple, à projeter toutes les solutions insecticides, pour arroser les fleurs, les plantes de plein air, de serre et d'appartement, les jeunes arbres, la vigne, les fruits, que sais-je encore. Dans les colonies, et même en France, il sera d'un grand secours pour lutter contre les moustiques, les insectes et les parasites de toute espèce qui nous importunent le jour et même la nuit.



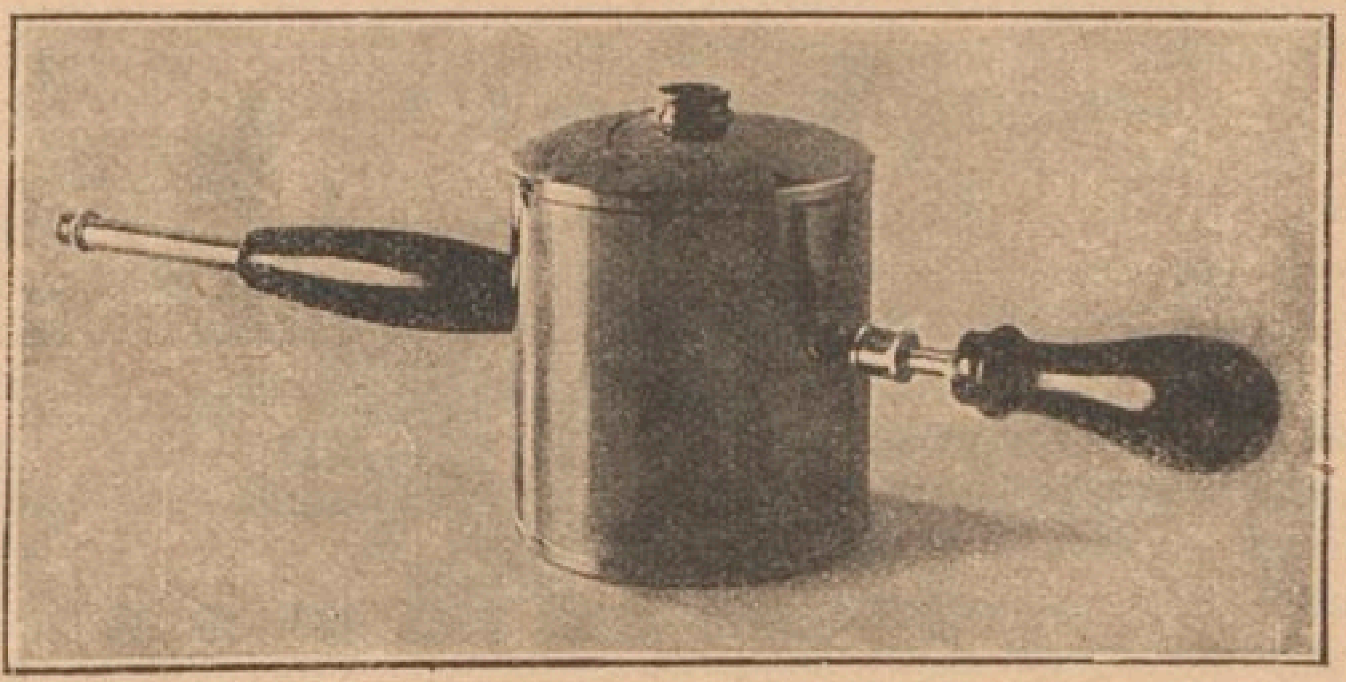
COUPE DU PISTON

Une autre application possible et recommandable, est la projection d'huiles pour la lubrification de machines, tels les métiers à tisser et à broder, dont certains organes travailleurs sont d'un accès difficile et ne permettent pas l'emploi des procédés habituels de graissage.

Le nouveau pulvérisateur doit son fonctionnement remarquable principalement à son piston qui, d'un principe nouveau, a fait l'objet d'un brevet spécial. Comme le montre notre dessin, au refoulement la pièce *C* vient reposer sur le cuir *E* et le piston chasse le liquide devant lui. A l'aspiration, la pièce *C* est maintenue par la tête de la vis *V* et le liquide, qui, pendant le refoulement, avait été aspiré en *A*, passe incontinent en *B*, par l'espace laissé libre entre la vis *V* et les parois de la pièce *C*.

Comme on peut s'en rendre compte, ce piston ne nécessite pas de soupape d'aspiration et surtout par de cuir embouti : ainsi l'étanchéité est parfaite, qu'il s'agisse d'un liquide ou d'un gaz. D'ailleurs, le principe de construction du piston en question est applicable non seulement à ce pulvérisateur, mais à toutes les pompes à gaz ou à liquide existantes : pompes à air pour le gonflement des pneumatiques, pompes à essence, à eau, à huile, etc... ainsi qu'à tous les appareils de compression, sulfateurs, etc.

La pointe de vaporisation est d'une exécution très soignée et d'une remarquable simplicité en même temps que d'une robustesse à toute épreuve.


VUE D'ENSEMBLE DU PULVÉRISATEUR BLANC

POUR NE PLUS AVOIR A TOURNER LES FEUILLETS DES PARTITIONS MUSICALES

Frappé des inconvénients qui résultent, pour un musicien, d'avoir à tourner lui-même les feuillets des partitions, un de nos compatriotes, M. U. Bertrand, a trouvé le moyen de les éviter par un dispositif aussi original que curieux.

A vrai dire, le problème avait déjà été attaqué par de nombreux chercheurs, mais il ne nous semble pas qu'il ait été, avant l'invention que nous allons décrire, résolu à la satisfaction des intéressés. Avec les appareils proposés, l'exécutant avait encore, en effet, à s'inquiéter des feuillets et devait en outre manœuvrer le dispositif en temps opportun.

Pour utiliser le nouvel appareil, il faudra que, désormais, la musique soit imprimée sur une bande sans fin s'enroulant, comme les pellicules des appareils photographiques, sur deux bobines. C'est peut-être là une complication, mais on comprendra que, puisque l'inconvénient de tourner les feuillets des partitions résultait, précisément, de l'impression sur feuillets, il ne pouvait être supprimé qu'à la condition d'éditer les partitions d'une manière différente, d'où la modification réalisée.

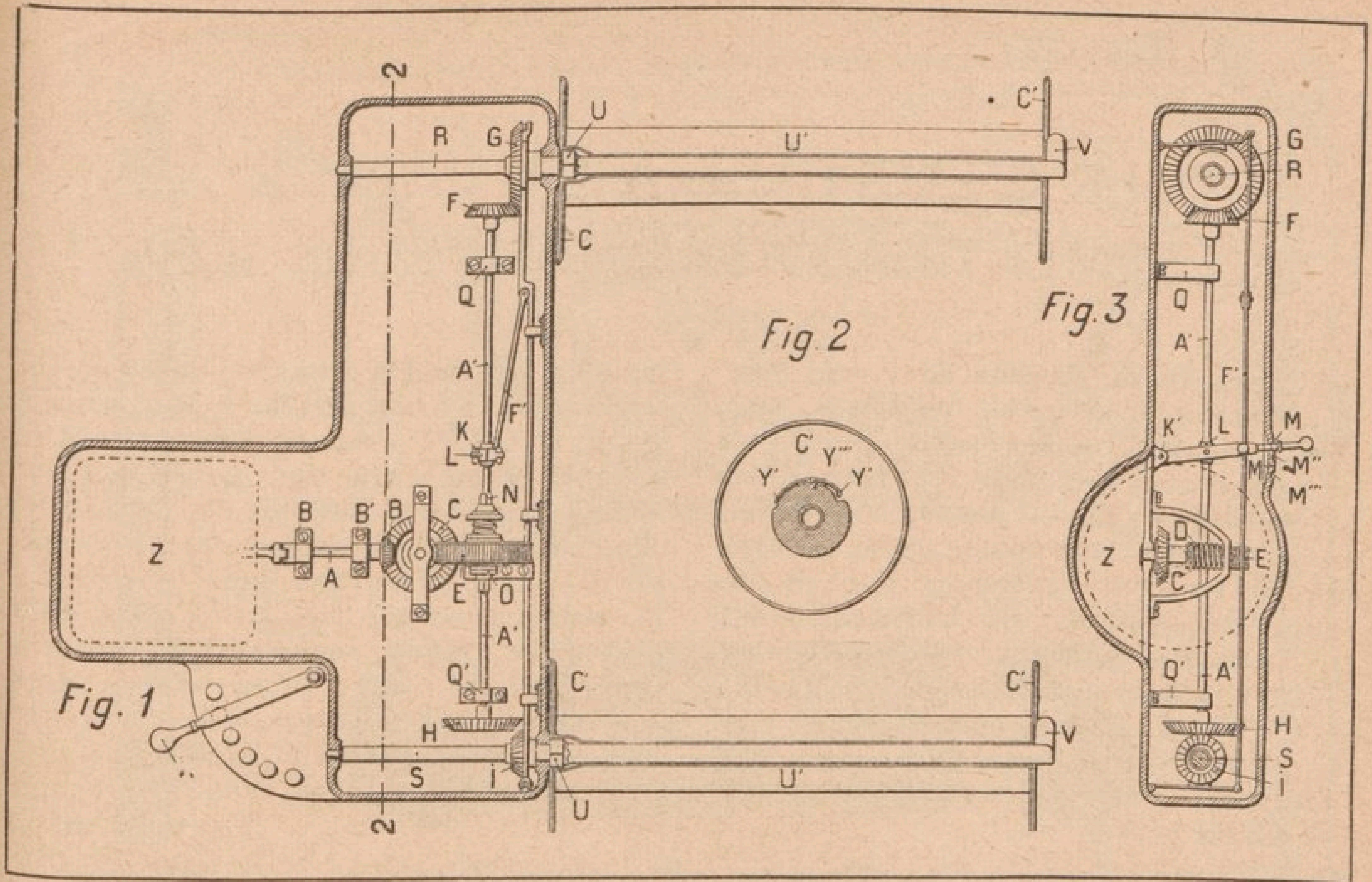
DANS CET APPAREIL, LA PARTITION EST UNE BANDE SANS FIN QUI SE DÉROULE DEVANT L'EXÉCUTANT

L'appareil de M. Bertrand se présente sous la forme d'un pupitre. Les deux bobines U', dont nous avons parlé, sont en bois ; elles sont munies de joues C' en métal. Un dispositif permet d'y fixer rapidement le papier à musique. Le mouvement d'entraînement des cylindres est donné par le moteur Z, placé dans le carter et relié à l'arbre A par le joint J. Cet arbre, supporté par les paliers B', transmet le mouvement à angle droit par le pignon B au pignon C, qui est solidaire du tambour hélicoïdal D ; celui-ci actionne à son tour la roue E de l'arbre vertical A', lequel commande, au moyen d'engrenages, la rotation de l'un ou l'autre des axes R et S.

L'arbre A' est muni, à sa partie supérieure, du pignon F à petit développement et, à sa partie inférieure, du pignon H, à plus grand développement ; il est monté fou dans ses colliers Q et Q'. Une rainure avec mentonnets d'arrêt est ménagée pour le dispositif d'embrayage K ; l'arbre A' possède une partie carrée N là où il traverse la roue à denture hélicoïdale E, laquelle est maintenue en place par le collier O. L'arbre A' est donc sollicité de tourner, chaque fois qu'un mouvement de rotation est imprimé à la roue E, mais il n'en peut pas moins prendre un mouvement de déplacement vertical à la demande de l'embrayeur K.

Celui-ci est formé par un collier L qui, pour lui permettre de se loger dans la rainure de l'arbre, est fait de deux parties et par un levier de commande, fait également de deux pièces raccordées par un manchon fileté pour qu'il soit possible de l'engager dans les tourillons du collier. Ce levier sort du carter ; pivotant au point K, il peut effectuer, à la sortie dudit carter, une course sur le secteur M, lequel est muni de trois encoches, une pour l'embrayage supérieur, lequel correspond au déroulement de la bande, c'est-à-dire à la marche normale de l'appareil, une autre pour rendre les bobines folles et la dernière pour l'embrayage inférieur, c'est-à-dire la commande du rebobinage du papier après l'exécution du morceau.

A l'embrayeur est fixée la tige de commande,



DÉTAIL DES ORGANES MÉCANIQUES QUI COMPOSENT L'APPAREIL DE M. U. BERTRAND

Le déroulement et l'enroulement de la bande de musique se font électriquement, au moyen d'un petit moteur logé dans l'instrument lui-même, et par l'intermédiaire d'engrenages appropriés.

des freins *F'*, lesquels sont destinés à freiner le cylindre dérouleur de telle manière que le papier soit toujours bien tendu ; l'action de ces freins est, évidemment, réglables.

Les axes *R* et *S* traversent et actionnent les bobines *U'*, lesquelles sont rendues solidaires de leurs axes par les genouillères *V*, à ressort intérieur (d'un système connu).

L'appareil de M. Bertrand est ingénieusement complété par un dispositif qui permet de faire varier la vitesse du moteur, et, par suite, celle du déroulement de la bande. Ce dispositif, un rhéostat intercalé sur le circuit d'excitation du moteur d'entraînement, est commandé par la manette *X*, laquelle se trouve, bien entendu, à portée de l'exécutant.

Un embrayage à friction réglable est placé au-dessus de la roue hélicoïdale *E* pour éviter des avaries au moteur électrique, au cas où une main inexperte ou maladroite viendrait à arrêter brusquement la rotation de l'une ou l'autre bobine en plein fonctionnement.

En ordre de marche, la bobine supérieure enroule la musique à la vitesse désirée ; quand l'enroulement est terminé, c'est-à-dire le morceau exécuté, on embraye en *M'* et on lance le moteur à toute vitesse ; étant donné que la commande de la bobine inférieure fait intervenir une plus grande multiplication, le rebobinage s'exécute très rapidement. Enfin, si l'on embraye en *M''*, les deux bobines sont rendues folles et l'on peut enrouler ou dérouler la bande à la main, ceci, bien entendu, en cas d'avarie à la commande mécanique.

Pour une audition de plusieurs morceaux, ces derniers peuvent être collés, au préalable, à la suite les uns des autres et constituer un ensemble que l'orchestre ou l'exécutant jouera sans avoir à se préoccuper de changer les partitions jusqu'à la fin de l'audition. On conçoit de quel intérêt cette manière de procéder peut être pour un orchestre de concert ou de cinématographe, par exemple.

Comme on le voit, M. Bertrand a particulièrement bien étudié son appareil ; il a même été jusqu'à prévoir l'éclairement du papier-musique *par derrière*, c'est-à-dire par transparence, ce qui, incontestablement, constitue une intéressante et utile innovation qui n'est, d'ailleurs, rendue possible que par la disposition permise par son pupitre.

Il reste maintenant à savoir si les éditeurs de musique voudront changer leurs habitudes et adopter l'impression sur bandes ou, tout au moins, l'adjoindre à l'impression actuelle sur feuillets qui ne peut, évidemment pas, disparaître du jour au lendemain.

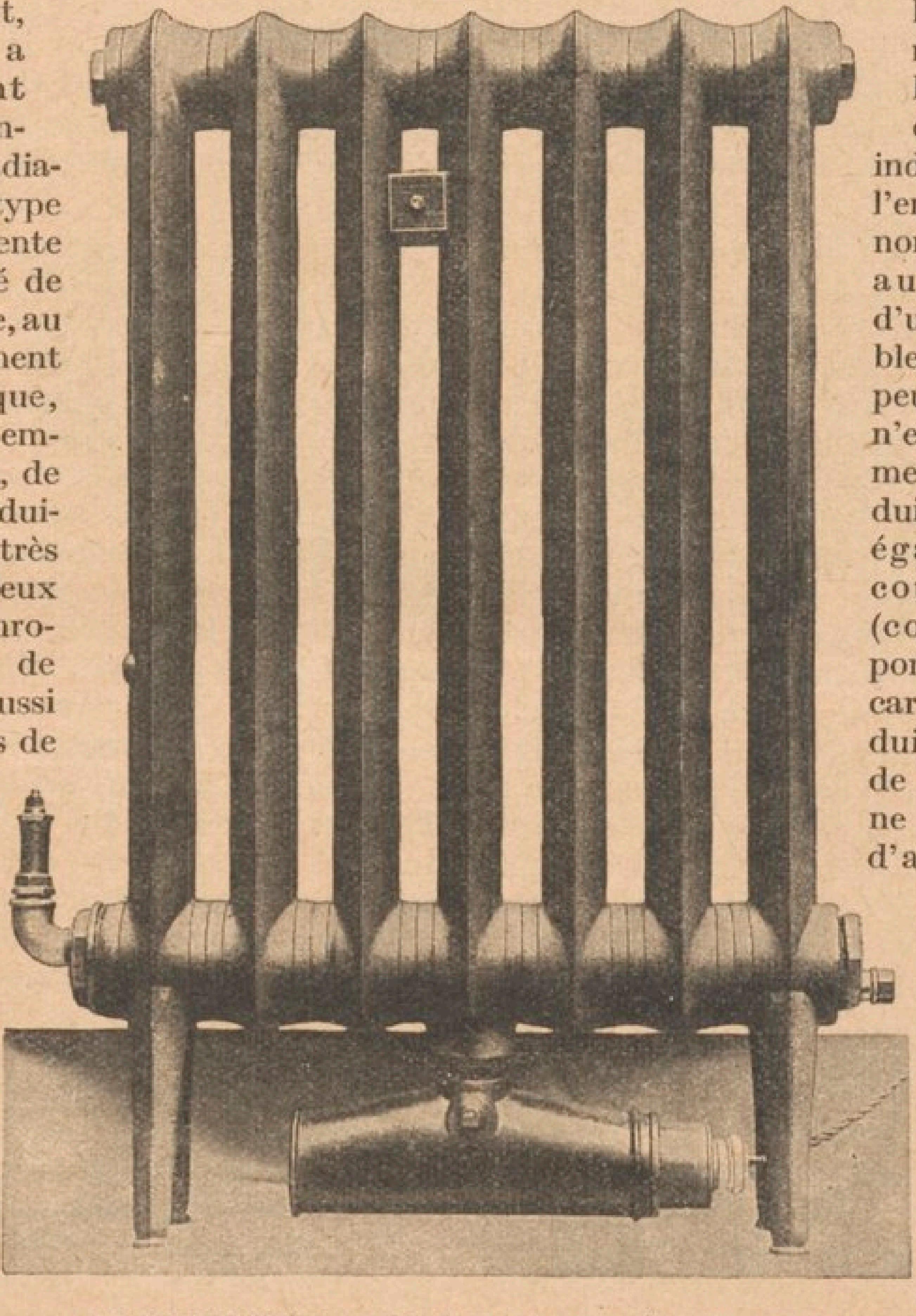
R. B.

LE CHAUFFAGE A LA VAPEUR
PAR ÉLÉMENTS AUTO-GÉNÉRATEURS SÉPARÉS

La pénurie de charbon dont nous souffrons depuis trop longtemps déjà, aura eu au moins l'avantage d'aiguiller ingénieurs et industriels vers des systèmes de chauffage ne faisant pas intervenir *directement* l'emploi de la houille ou de l'anthracite. Si, au bout du compte, il ne se consomme pas un gramme de charbon de moins, il n'en est pas moins vrai que le consommateur n'a pas à se procurer de combustible et qu'il réussit tout de même à se chauffer. Or, il ne demande pas autre chose...

Parmi les nouveaux appareils de chauffage nés des contingences du moment, il en est un qui a particulièrement retenu notre attention : c'est un radiateur à vapeur, de type courant, qui présente cette particularité de produire lui-même, au moyen d'un élément chauffant électrique, la vapeur qu'il emploie. Cet élément, de dimensions très réduites, est constitué très simplement par deux lames de nickel-chrome isolées l'une de l'autre et isolées aussi des deux chemises de cuivre dans lesquelles elles sont introduites; l'isolement est constitué par des feuilles de mica ; le tout est renfermé dans une enveloppe en fonte reliée par un raccord au conduit inférieur du radiateur.

Ce conduit forme à lui tout seul la chaudière de l'appareil, tandis que l'élément chauffant en constitue le foyer. On y verse, en effet, une petite quantité d'eau. Cette eau, *qui ne doit pas remplir le conduit*, descend dans l'élément chauffant, s'échauffe au contact des chemises de cuivre et remonte dans le conduit ; il s'établit ainsi une circulation d'eau apte à produire très rapidement de la vapeur à basse pression ; cette vapeur s'élève dans les tubes verticaux qu'elle échauffe et, une chaleur saine, douce et régulière, rayonne de l'appareil au bout de peu de temps.



LE RADIATEUR AVEC SON FOYER ÉLECTRIQUE

Ce radiateur a l'avantage de permettre des installations dont chaque élément est indépendant et dont l'ensemble est autonome par rapport aux autres locaux d'un même immeuble. Il consomme si peu d'eau que point n'est besoin de l'alimenter par une conduite ; il consomme également peu de courant électrique (courant de n'importe quelle forme) car la chaleur produite par les lames de nickel-chrome ne s'accompagne d'aucune radiation lumineuse. L'élément chauffant est à l'abri des courts-circuits. Bref, simple, économique et sain, nous apparaît cet intéressant appareil de chauffage domestique, d'atelier et bureau.

Le gérant : Lucien Josse Paris. — Imp. Verdier, 18, rue d'Enghien.

Sauvez vos dents

GIBBS

a inventé et perfectionné depuis plus de 50 ans

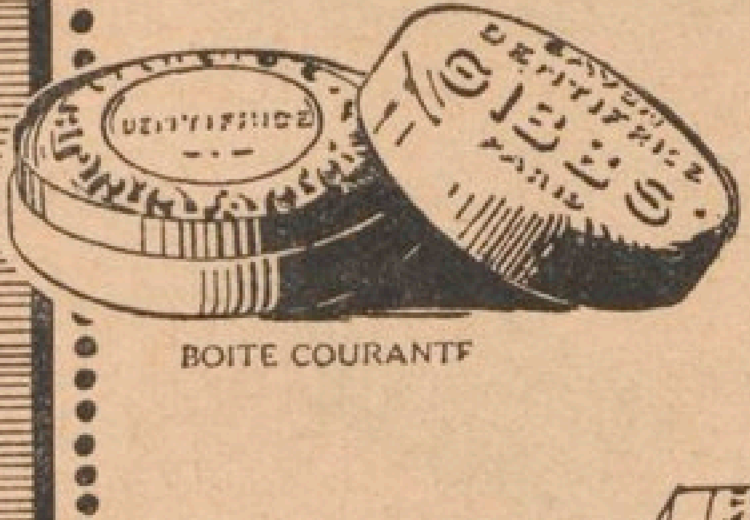
ses

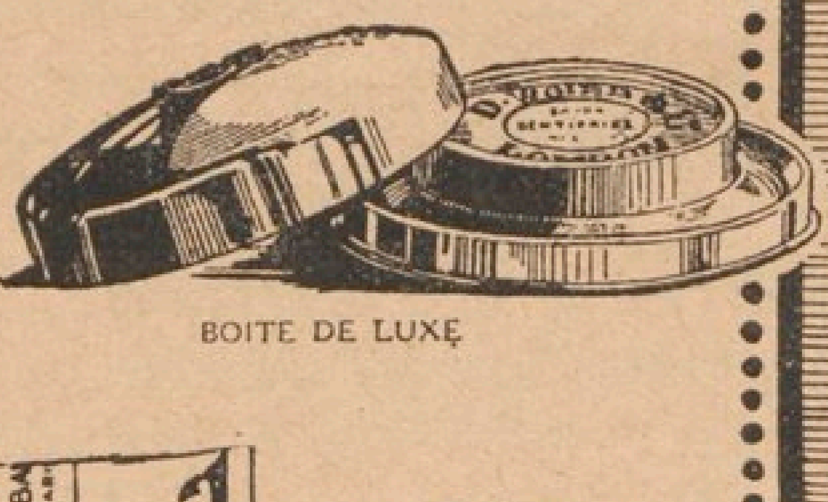
DENTIFRICES

A BASE DE SAVON

" Lavez vos dents comme vos mains "
— car le savon seul est nécessaire —

3
FORMULES


BOITE COURANTE

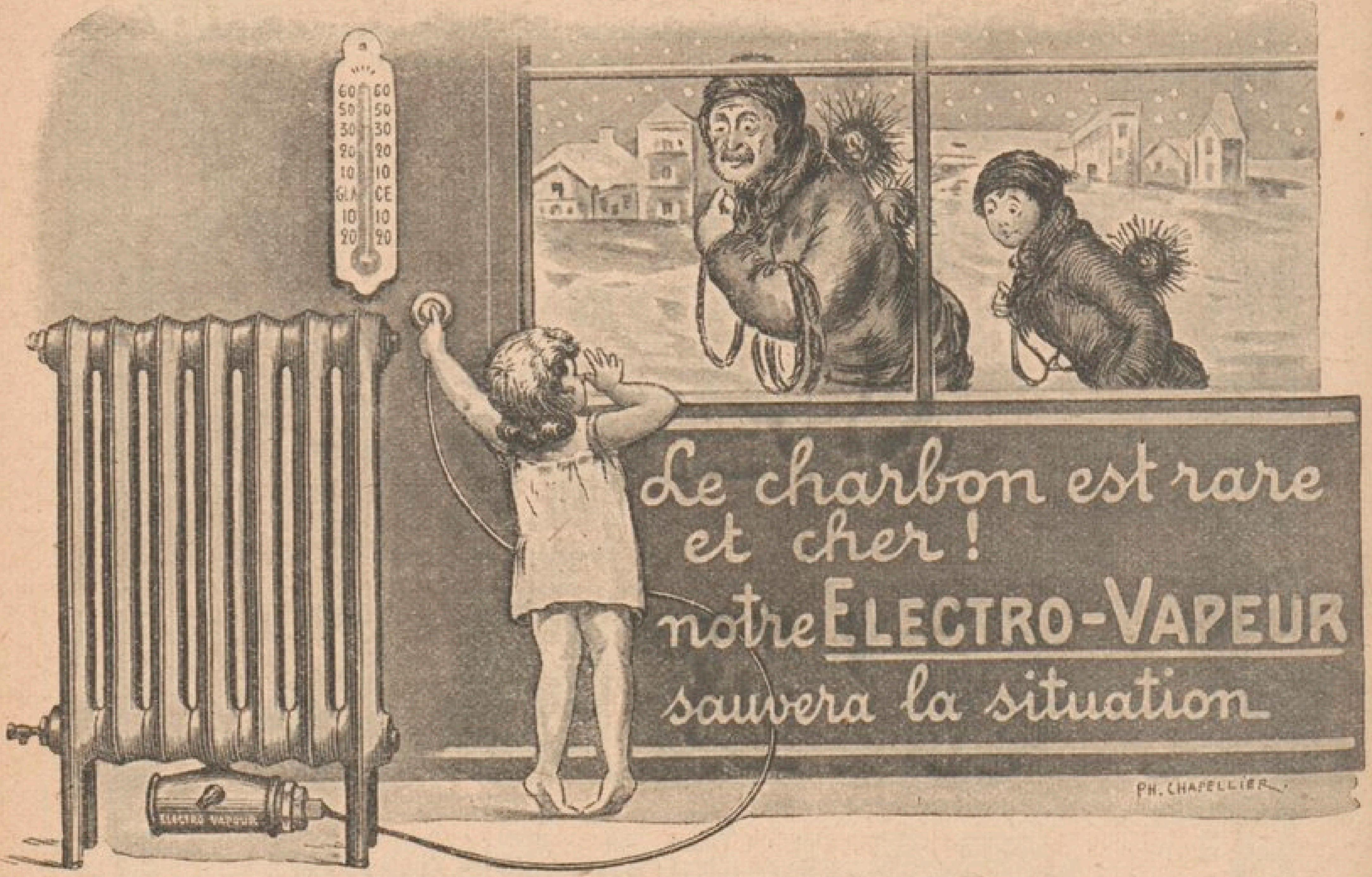

BOITE DE LUXE

Exigez le Gibbs authentique

Exigez le Gibbs authentique

PATE DENTIFRICE A BASE DE SAVON

P. THIBAUD & Cie, 7 et 9, rue La Boëtie, Paris. Concessionnaires Généraux de D. & W. GIBBS, Inventeurs du savon pour la barbe et u savon dentifrice.



L'Hiver
est proche !.....

Écrivez de suite ou téléphonez

aux

Établissements BELIN, 66 *bis*, Rue Jouffroy - PARIS-17me

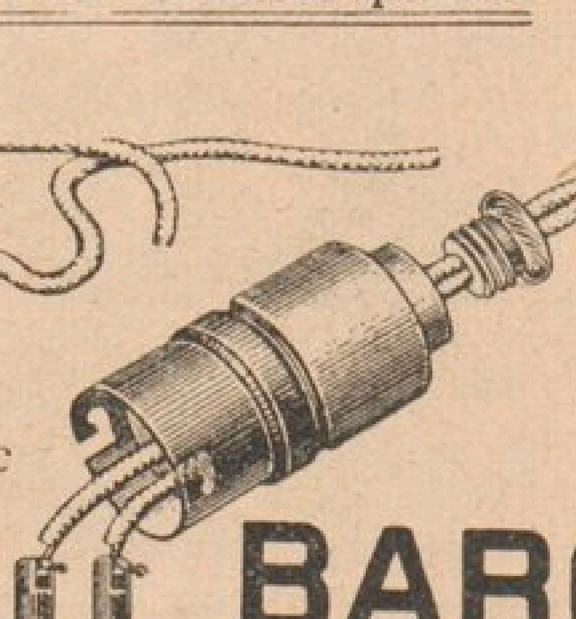
Téléphone : Wagram 80-91, 80-92, 80-93 *Adresse télégraphique :* Benil-Paris

GROSSISTES, ÉLECTRICIENS, demandez nos conditions spéciales

DOUILLE ÉLECTRIQUE SIMPLIFIÉE

Gagnez du Temps !
Gagnez de l'Argent !..
En faisant les Installations avec

LA DOUILLE BARON



LA PLUS SIMPLE, ROBUSTE, LA MOINS CHÈRE

66bis, Rue JOUFFROY, PARIS

Grossistes, Installateurs, Demandez nos conditions spéciales : TARIF M 50 DOUILLES FRANCO DOMICILE POUR 42f,50

PARIS A JÉRUSALEM

T.S.F.

3.333 KILOMÈTRES

SANS BOBINE D'ACCORD

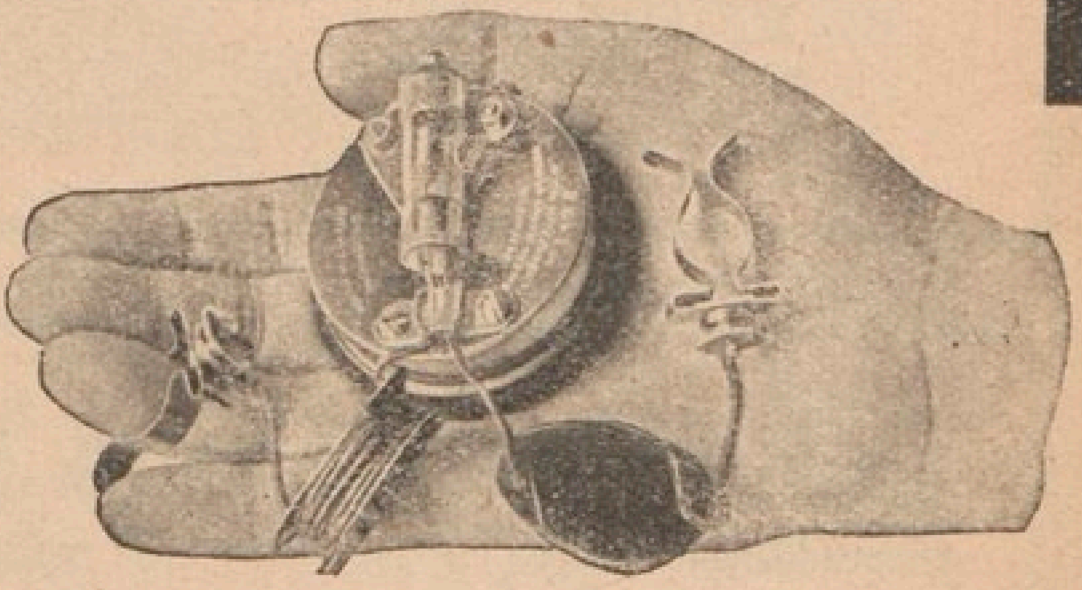
sur antenne triple de 125 m.

!

UNE RÉCENTE ATTESTATION

DU LIVRE D'OR

DE



"L'ONDOPHONE"

LA PLUS GRANDE SENSIBILITÉ SOUS LE PLUS PETIT VOLUME. .. .. **40** *francs*

NOUVEAUTÉS

LE DÉTECTEUR INDÉRÉGLABLE

"POLYCONTACT" A été adopté par la Radiotélégraphie militaire. Recherche instantanée du point sensible. *Prix fco* **55 frs**

L'ONDOPHONE - POLYCONTACT POLYVALENT

Le détecteur Polycontact transforme l'Ondophone en un appareil de *haute précision* et le rend absolument indéréglable. Il permet 6 montages différents en série ou en parallèle avec condensat^r^. *Livré en gaine avec cond^r^* **75 francs**

Le "MICROPOST" appareil complet de syntonie comprenant sous le plus petit volume : 1 bobine d'accord 2 curseurs. 2 condensateurs fixes. 1 condensateur réglable. Plus de 30 montages sans séparer ses organes. Dimensions : un bloc de 9^c^5 × 10^c^5 × 4^c^. Poids : 300 gr. .. .. *Prix* **85 francs**

Le "PHONO-STUDIOMORSE" pour apprendre seul à lire au son. Fonctionn sans pile. *Prix* **30 francs**

MANUEL DE LECTURE AU SON avec description du "PHONO-STUDIOMORSE". *franco* **0.60**

Le "REG" condensateur variable 2,5/1,000 mf. Dimensions : 1^c^ × 6^c^ × 7^c^. .. *Prix* **18 francs**

NOTICES V. sur demande accompagnée de ***0 fr. 30*** *en timbres français et voir annonce juillet 1914, p. XV*

Envoi franco de tous ces appareils contre mandat adressé à la Maison :

Horace HURM ✠ 14, Rue Jean-Jacques-Rousseau, PARIS 1^er^

La Meilleure Motocyclette au Monde

Simple - Souple - Robuste - Légère

La Motocyclette A.B.C. - HP 3 1/2

Construite dans les Usines de la Société des Moteurs

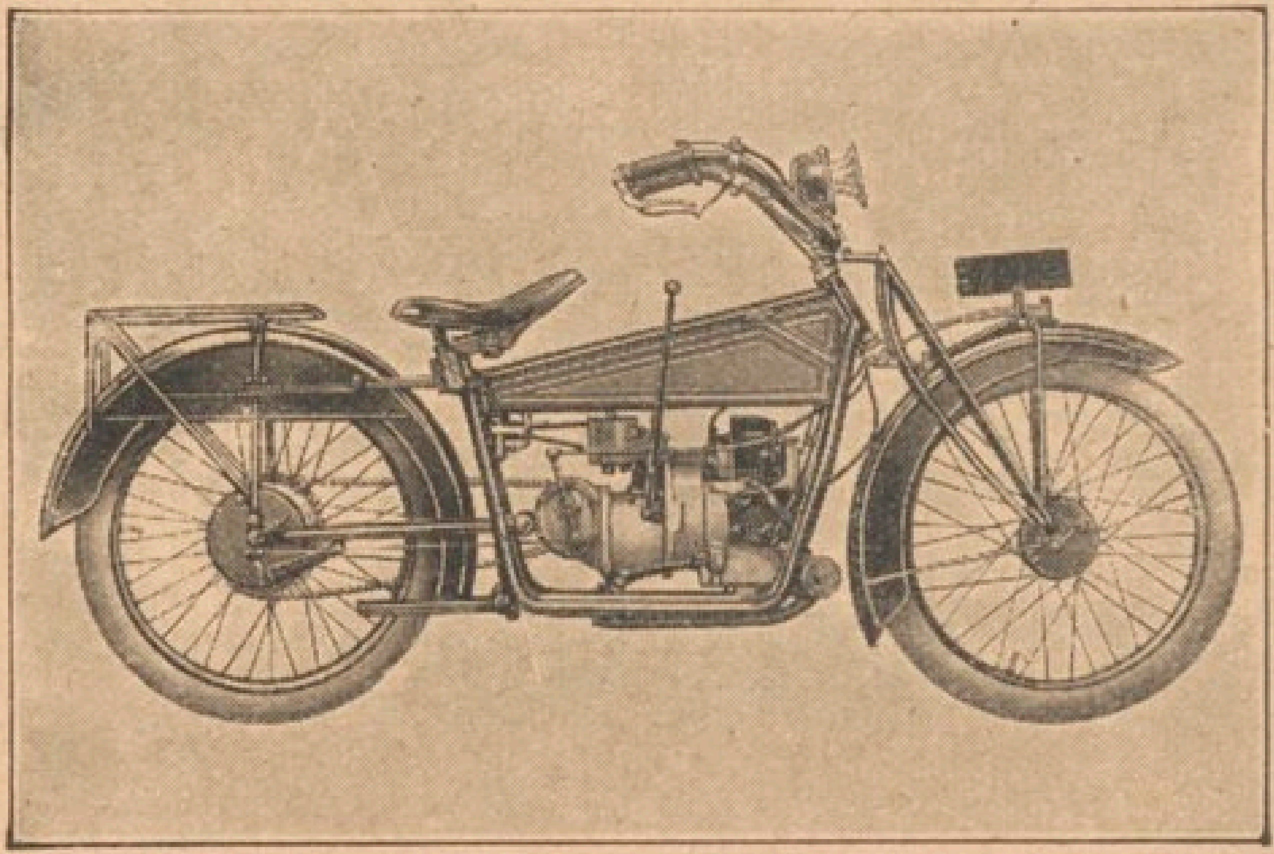
GNOME et RHONE

SOCIÉTÉ FRANÇAISE

DES MOTEURS A.B.C.

118, Rue de la Boétie, 118

Téléphone : Elysées 49-25



Exécution de tous Travaux électriques

HAUTE ET BASSE TENSION

INSTALLATIONS d'Usines d'Appartements de Châteaux

Paris et Province

Entretiens à l'année.

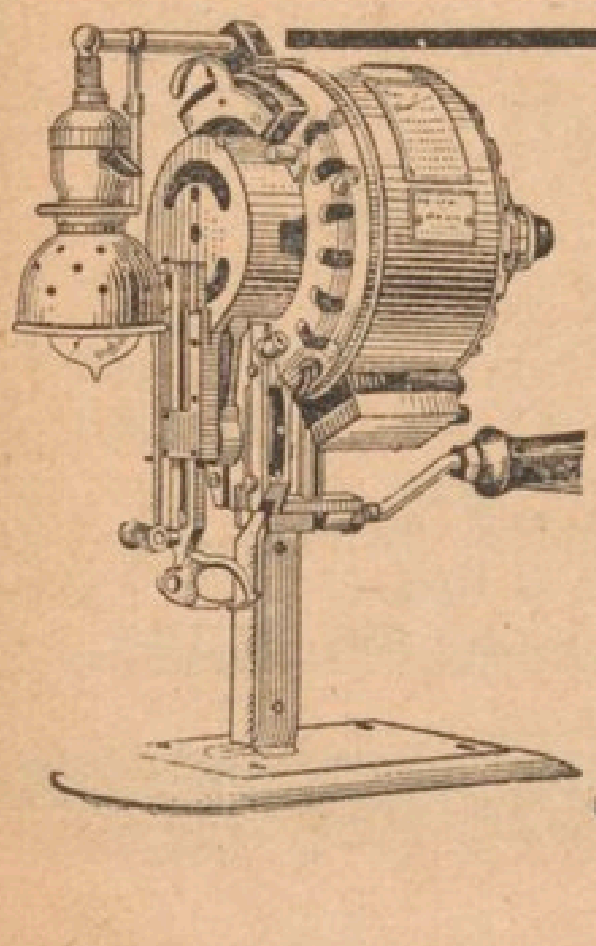
Travaux à forfait ou à l'heure.

Devis et renseignements gratuits sur demande

LUMIÈRE, SONNERIE, Téléphones, Transport de force, Gâches à air et électriques, Allumoirs, Acoustiques.

Paris et Province

H. LONGEVILLE, Constructeur-Électricien, **5, Rue Beaugrenelle - PARIS (XV^e^)**



Nouvelles machines électriques mobiles
à couper les Tissus en série

Des merveilles de mécanique — ne pèsent que 12 kgs — coupent avec précision remarquable, *sans les déplacer*, des matelas de tissus de longueur illimitée, jusqu'à 10 c/m d'épaisseur en suivant les tracés les plus compliqués.

INDISPENSABLES aux Manufactures de Chemises, Lingerie, Confections, Chaussures, Casquettes, Parapluies, etc... ***Plus de 10.000 en usage.***

Tous renseignements, catalogues, listes de références, envoyés fco sur demande adressée aux

Établissements ATHOS - H. DROSSNER et Cie

48-52, Boulevard de Sébastopol - PARIS (3^e^)

Si vous voulez devenir Ingénieur

l'École Universelle
par correspondance de Paris

vous permettra d'acquérir chez vous

<u>facilement,</u>
<u>discrètement,</u>
<u>à peu de frais,</u>
<u>en peu de temps,</u>
<u>sans abandonner votre situation actuelle,</u>

les connaissances nécessaires pour exercer l'une des carrières dont la liste est publiée ci-dessous :

Sous-Ingénieur électricien
Ingénieur électricien
Sous-Ingénieur mécanicien
Ingénieur mécanicien
Sous-Ingénieur de mines
Ingénieur de mines
Sous-Ingénieur métallurgiste
Ingénieur métallurgiste
Sous-Ingénieur de Travaux publics
Ingénieur de Travaux publics
Sous-Ingénieur architecte
Ingénieur architecte
Sous-Ingénieur géomètre
Ingénieur géomètre
Ingénieur chimiste
Sous-Ingénieur d'Exploitation agricole
Ingénieur d'Exploitation agricole

l'École Universelle

délivre à ses élèves, après examen, les diplômes d'Ingénieur et Sous-Ingénieur pour tous les emplois indiqués ci-dessus.

L'Association générale des Maîtres et Élèves de

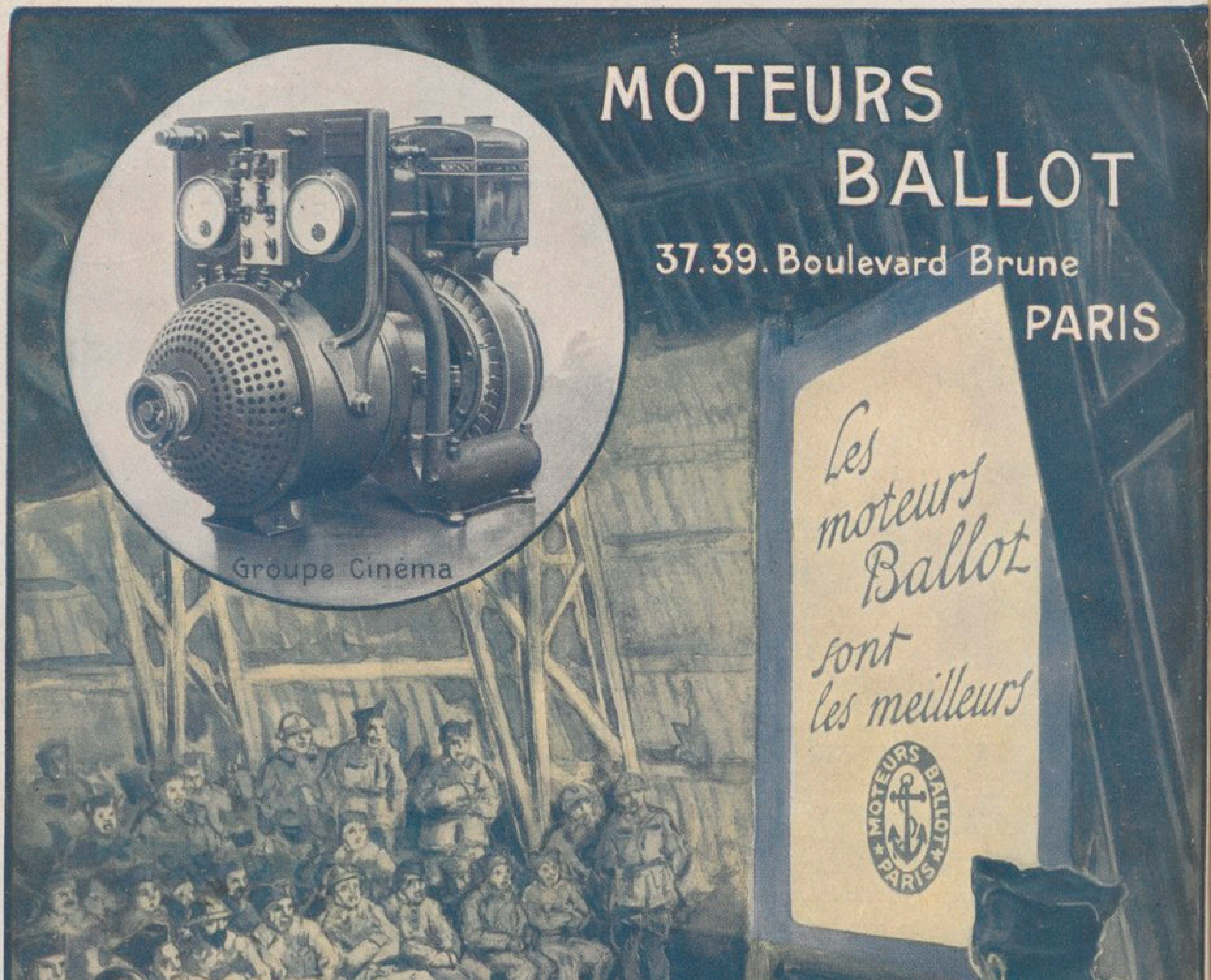
l'École Universelle

s'occupe du placement des élèves diplômés

Envoi franco de la BROCHURE N° 162 sur l'enseignement technique

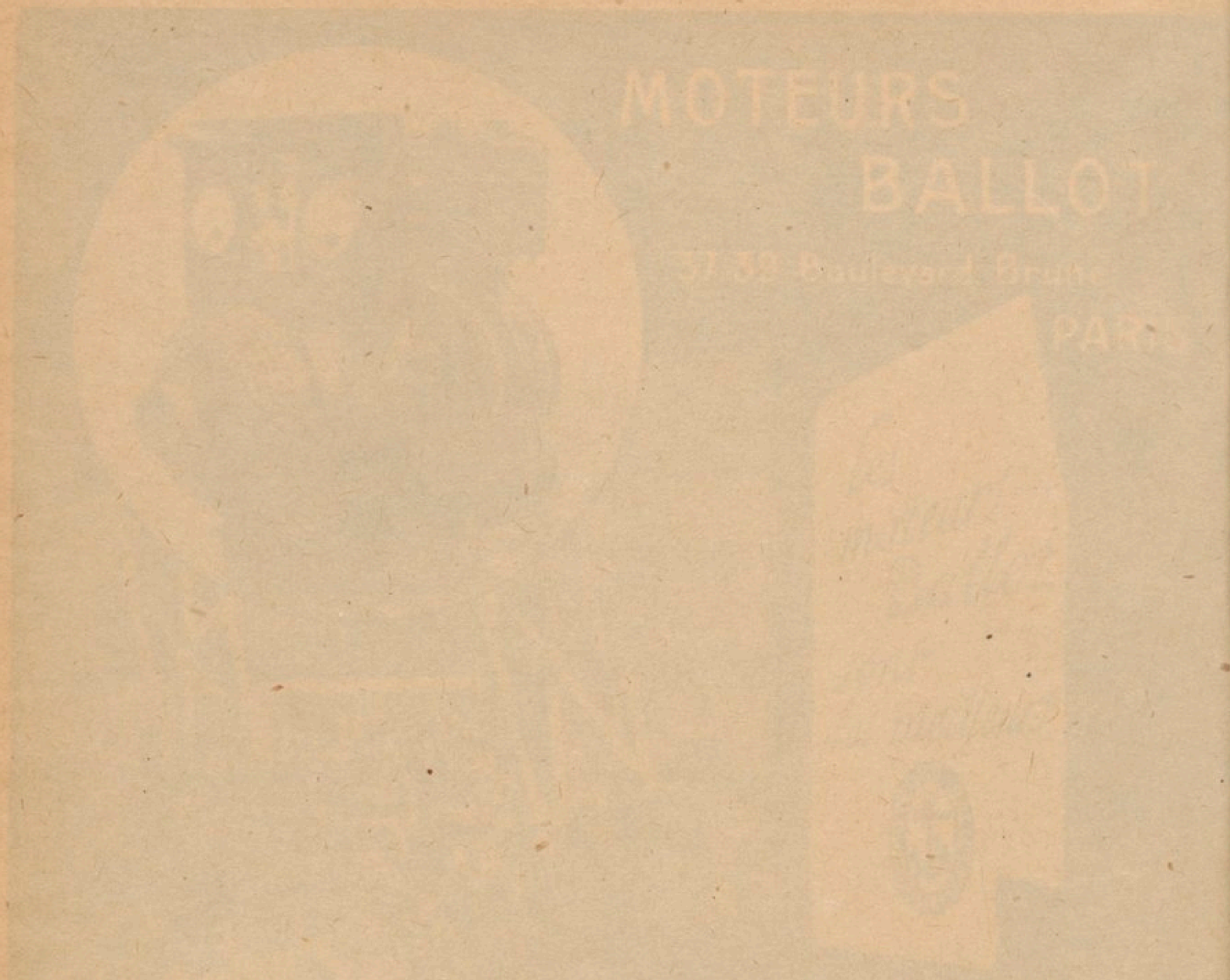
10, Rue Chardin, Paris (16me)

“ LES APPLICATIONS DU MOTEUR BALLOT AUX ARMÉES ”



LE PROCHAIN NUMÉRO DE LA “ SCIENCE ET LA VIE ”
PARAITRA EN JANVIER 1920

LES APPLICATIONS DU MOTEUR BALLOT AUX ARMÉES



LE PROCHAIN NUMÉRO DE LA "SCIENCE ET LA VIE"
PARAITRA EN JANVIER 1920